Band 33 Heft 1/2 November 1951

E 81

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Eu. 270

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

Mit 80 Abbildungen und 1 Farbtafel

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 33 **Heft 1/2** *S. 1—368 Bln. 1951*

Inhalt

Karl Escherich zum 80. Geburtstag 1

Originalaufsätze

Einiges über Charakterarten der Käferbestände an Fichten von verschiedener Beschaffenheit. Von Uunio Saalas 12
Über Krankheitsbegriff, Disposition und Vorbeugung im Forstschutz. Von Erwin Schimitschek 18
Die Schlupfwespen und der Unterwuchs des Waldes. Von J. Györfi 32
Zur Frage der Regulierung der Insekten-Populationsdichte durch räuberische Tierarten. Von A. D. Voûte 47
Die Eigenart der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Von Enoch Zander 52
Der Schwarmflug von *Reticulitermes lucifugus* Rossi. Von Adolf Herfs 69
Anlage einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise. Von Karl Gösswald 77
Über eine Milbenschädigung der Roßameise (*Camponotus herculeanus*), die durch eine Fehlreaktion des Wirtes wirksam wird. Von Karl Hölldobler 104
The role of symbiosis in the genus Coriococcus, Coccidae. Von S. Mahdihassan . 108
Zur Lebensweise der Nadelholz-Diaspidinen (*Homoptera, Coccoidea, Diaspididae, Diaspidinae*) und ihrer Parasiten in den Nadelwäldern Frankens. Von Heinrich Schmutterer 111
San-José-Schildlaus im Weinbau. Von F. Zweigelt 137
Die Nahrung der Myiasis-Fliegenlarven auf dem Wollschaf. Von O. G. H. Fiedler 142
Einige physiologische Beziehungen zwischen Syrphidenlarven und ihren Parasiten. Von F. Schneider 150
Temperatur und Feuchtigkeit als Faktoren der Lebensdauer überwinternder Larven des Zünslers *Pyrausta nubilalis* Hübn. und Thigmotaxis, Phototaxis und Hygrophilie als ökologische Faktoren. Von K. Th. Andersen 162
Über karnivore Elateridenlarven und ihre Bedeutung im Pflanzenschutz. Von K. Friederichs 168
Erhebungen über das Vorkommen und den Schaden der Holzschädlinge in Wohnhäusern in Südschweden. Von V. Butovitsch 172
Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Von Günther Becker 186
Die Nährpflanzen der Samenkäfer. Von Friedrich Zacher 210
Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. Von H. Blunck . . . 217
Fortschritte und Probleme auf dem Gebiet der Insektenviren. Von Gernot Bergold 267
Die Symptome vom Standpunkt des Parasiten. Von E. Martini 278
Erfahrungen mit der kommunal gelenkten Wanzenbekämpfung in Berlin. Von H. Kemper und G. Habenicht 282
Untersuchungen über ein neues, gegen resistente *Musca domestica* L. wirksames Insektizid. Von R. Wiesmann und C. Kocher 297
Das Gamma-Hexachlorcyclohexan im Forst. Von Erich Heidenreich 321
Zur Kenntnis neuer Insekticide auf Grundlage organischer Phosphorverbindungen. Von Gerhard Schrader 328
Erfahrungen mit organischen Insektiziden in der Bekämpfung von Baumwollschädlingen in Perú. Von J. E. Wille 341
Die Gefährdung der Bienen durch den Pflanzenschutz. Von F. Karl Böttcher 348
Nonnenbekämpfung mit neuzeitlichen Mitteln. Von Franz Groschke 359

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26 Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Sonderabdrucke: Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

Abonnementspreis dieses Heftes 58,— DM **Einzelpreis 64,— DM**

IN MEMORIAM

KARL LEOPOLD ESCHERICH

† 22. November 1951

Kurz nach Vollendung seines 80. Lebensjahres ist der, dem diese Festschrift als Ehrengabe seiner Schüler, Mitarbeiter und Freunde zugedacht war, Geheimrat Professor Dr. Karl Escherich, sanft und unerwartet in Kreuth (Oberbayern), an der letzten Stätte seines Wirkens verschieden.

So ist diese Festschrift als Sinnbild menschlicher Verbundenheit in der Wissenschaft eine ehrende Gedenkgabe für einen der bedeutendsten Vertreter der angewandten Entomologie unserer Zeit geworden, der nicht nur in der dankbaren Erinnerung seiner Schüler und Freunde, sondern — durch sein reiches wissenschaftliches Werk — auch in der Forschung lebendig fortwirken und weiterleben wird.

Die Zeitschrift für angewandte Entomologie verliert mit ihm ihren Begründer und ersten Herausgeber. Seiner umsichtigen und weitblickenden Leitung durch fast vier Jahrzehnte hindurch verdankt sie ihre Entwicklung zum führenden wissenschaftlichen Fachorgan.

München, im November 1951 W. ZWÖLFER

Probleme der angewandten Entomologie

Festschrift zum 80. Geburtstag von Geheimrat Professor

Dr. K. ESCHERICH

am 18. 9. 1951

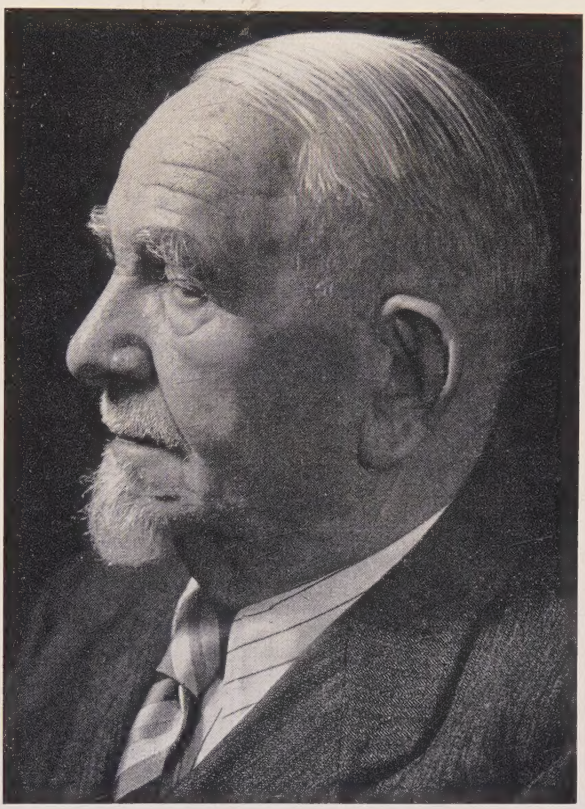
Eine Sammlung von Aufsätzen seiner Freunde und Schüler

herausgegeben

von

Dr. W. ZWÖLFER

o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München



KARL ESCHERICH

zum 80. Geburtstag

Am 18. September d. J. vollendete der Altmeister der angewandten Entomologen Deutschlands, Geheimrat Professor Dr. KARL ESCHERICH, sein 80. Lebensjahr. In unseren Tagen ist nur wenigen beschieden, bei solchem Anlaß dankbar und mit der besinnlich-gütigen Heiterkeit des Alters auf ein erfülltes Leben zurückzublicken. KARL ESCHERICH gehört zu ihnen. Sein letztes, vor kurzem erschienenes Werk „Leben und Forschen", das Rückschau und Rechenschaftsbericht über sein Wirken gibt, bezeugt es. Ihm war vergönnt, die Früchte seiner Lebensarbeit als Mensch, Lehrer und Forscher noch reifen zu sehen, trotz aller Schwierigkeiten, die Zeitverhältnisse und -umstände ihrer steten Entwicklung entgegensetzten.

Die vorliegende Festschrift, eine Ehrengabe seiner ehemaligen Schüler, Mitarbeiter und Fachfreunde aus aller Welt, ist nur eine der Früchte dieses Werkes.

Sie zeugt in ihren Fachbeiträgen aus der Feder namhafter Forscher von der tiefen menschlichen Verbundenheit, die über politische Grenzen und Zeitspannungen hinweg, die jüngere Entomologengeneration aller Welt und die älteren Fachgenossen mit dem Altmeister verbindet. Für die Jüngsten hat heute sein Name schon fast legendären Klang. Er, wie auch die „Schule E s c h e r i c h", sind für viele zum Inbegriff der angewandten Entomologie geworden.

Diese fast uneingeschränkte Hochschätzung und Verehrung, deren ESCHERICH sich über die engeren Fachkreise hinaus erfreut, ist nicht nur in seinem bedeutenden wissenschaftlichen Lebenswerk begründet. Sie geht vielmehr wesentlich auf sein Menschentum zurück, das ihn zu einer scharf ausgeprägten, eigenartigen Forscherpersönlichkeit reifen ließ.

Ein warmes Verständnis für alles Menschliche, eine ausgesprochen musische Veranlagung, ein weltoffener Blick und die Fähigkeit Wesentliches, selbst verwickelter Dinge, intuitiv zu erfassen und einfach darzustellen, eigneten ihm im besonderen Maße. Ihnen verdankt ESCHERICH eine ungewöhnlich starke Ausdrucks- und Gestaltungskraft in Wort und Schrift, sowie das Gewinnende und Anregende im persönlichen Umgang.

Kaum einer, der in seinen Kreis trat, blieb von der Wirkung seiner Persönlichkeit unberührt. Sie begeisterte und förderte durch Jahrzehnte hindurch seine sehr verschieden gearteten Schüler und Mitarbeiter. Ihr verdankt er die bedeutenden Erfolge als akademischer Lehrer, und von ihr ging die mitreißende Wirkung vieler seiner öffentlichen Vorträge aus.

Die Beiträge dieser Festschrift umspannen fast den gesamten Forschungsbereich der angewandten Entomologie, einschließlich ihrer Randgebiete. In all seinen Teilen hat er durch ESCHERICH's Wirken unmittelbar oder mittelbar Anregung und Förderung erfahren.

Sie umreißen zugleich ESCHERICH's wissenschaftliches Lebenswerk, das über Deutschlands Grenzen hinausgriff, und geben eine Vorstellung von der Vielseitigkeit seines Schaffens, das — meist in bahnbrechenden Schriften — von Insektensystematik und -morphologie, über Termiten- und Ameisenkunde, Insektensymbiosen und Insektenpathologie, Forst- und Agrarentomologie bis zu chemischen Insektenkampfstoffen und deren Anwendungsweisen reicht. Sie zeigen Probleme auf, an denen hier heute gearbeitet wird und geben eine Vorstellung von dem beachtlich hohen Stand, zu dem sich einzelne dieser Disziplinen, wie Insektenkampfstoffe, Insektenpathologie u. a. inzwischen entwickelt haben.

Seinen Werdegang hat ESCHERICH selbst in seinen Erinnerungen unübertroffen geschildert. Es genügt hier an die Hauptdaten zu erinnern:

1871 in Schwandorf, Bay., als Sohn eines Großindustriellen geboren, studierte er nach Besuch des Gymnasiums in Regensburg (wo er schon in jungen Jahren durch H o f m a n n und S c h m i d t in die Entomologie eingeführt wurde) in München und Würzburg zunächst Medizin, schloß dieses Studium 1893 mit dem Staatsexamen ab, promovierte zum Dr. med. und wandte sich dann ganz dem Studium der Zoologie zu, für das ihn schon S e m p e r und B o v e r i begeistert hatten. Weitere zoologische

Studienjahre in München und Leipzig machten ihn mit Hertwig's und Leuckart's Schule bekannt. In Leipzig promovierte er 1896 mit einer zoologischen Dissertation zum Dr. phil.

Es folgten 2 Assistenten- und Privatdozentenjahre unter Nüsslin in Karlsruhe (wo er erstmals mit der Forstentomologie in Berührung kam), anschließend ein Assistentenjahr bei Bütschli in Heidelberg und ein Privatdozentenjahr in Rostock. Von 1901 (dem Jahre seiner Verheiratung mit der Tochter des Bremer Reeders Vinnen) bis 1907 wirkte er als Privatdozent in Straßburg.

1907 erfolgte seine Berufung auf den zoologischen Lehrstuhl der Forstlichen Hochschule Tharandt. Im Frühjahr 1914 ging er als Nachfolger Nüsslins nach Karlsruhe, im Herbst 1914 als Ordinarius für angewandte Zoologie an die Universität München.

Hier wirkte er bis zu seiner Emeritierung im Herbst 1939, leitete während der kritischen Jahre 1933 bis 1935 als Rektor die Geschicke der Universität München, mit dem Bestreben, ihre akademische Selbständigkeit gegenüber den Übergriffen der damaligen Staatsgewalt zu wahren, und baute 1936 das Münchener Institut für angewandte Zoologie neu aus (wozu ihm bereits bei seiner Berufung 1914 die erforderlichen Mittel in Aussicht gestellt worden waren).

Während des zweiten Weltkrieges übernahm er trotz vorgerückten Alters unter den schwierigsten Verhältnissen nochmals von Herbst 1940 bis Sommer 1944 vertretungsweise den Münchener Lehrstuhl und die Leitung des Institutes, nachdem sein Nachfolger unvermittelt zur Wehrmacht eingezogen worden war. Seitdem ist er in der Abgeschiedenheit eines oberbayerischen Gebirgsdorfes (Kreuth b/Tegernsee) mit fachlich-literarischen Arbeiten beschäftigt.

Seiner Hochschullehrer erinnert er sich stets in warmer Dankbarkeit. Die bedeutendsten Forscherpersönlichkeiten jener Zeit im Bereich der Naturwissenschaften befinden sich darunter.

Neben ihnen sind es teils kürzere, teils längere Forschungs- und Studienreisen in die verschiedensten Gebiete der Welt, vor allem des vorderen und mittleren Orients, sowie der USA, die maßgebenden Einfluß auf sein Schaffen und seinen wissenschaftlichen Werdegang gewinnen: Sizilien (1892) und Tunis (1893, 1913), Kleinasien (1894, 1896, 1929) und Palästina (1929), Algerien (1898, 1902) und Tripolis (1930), Abessinien, Ägypten (1906) und Ceylon (1910), die Vereinigten Staaten von Nordamerika (1912) und Brasilien (1926) sind Schauplatz dieser Reisen.

Von jeder bringt er eine reiche wissenschaftliche Ausbeute und eine Fülle neuer Eindrücke zurück (auch von Land und Leuten), die in zahlreichen Arbeiten ihren Niederschlag finden. Viele von ihnen erweisen sich in der Folge als grundlegend. Einige, wie etwa sein Ameisenbuch (1906) und sein Termitenwerk (1911), ebenso der Bericht seiner Studienreise durch die USA („Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten", 1913) erregen weit über engere Fachkreise hinaus Aufsehen und gehören seit ihrem Erscheinen zu den klassischen Werken des entomologischen Schrifttums.

Bis 1912 etwa, dem Jahre seiner Studienreise nach Nordamerika, sind es im wesentlichen Fragen der allgemeinen Entomologie, die Escherich's Interesse erregen: Von Faunistik und Coleopteren ausgehend, wo ihn besonders die Gruppe der Meloiden fesselt, werden später Ameisen und Ameisengäste, sowie Termiten sein Hauptarbeitsgebiet. Ihre Kenntnis wird durch seine Forschungen grundlegend gefördert. Die Baupläne der Termitenstaaten beispielsweise mit den verwickelten Durchlüftungsanlagen, der königlichen Kammer, den Bruträumen usw., hat er als erster auf seiner Forschungsreise nach Ceylon geklärt. Gelegentlich seiner Studien

zur Insektenmorphologie weist er schon 1900 auf das Symbiontenproblem hin und wird damit zum Vorläufer der späterhin durch BUCHNER und KOCH's Schule zu ihrer heutigen Höhe ausgebauten Symbiontenforschung.

Seine Rundreise durch die Vereinigten Staaten in Begleitung des amerikanischen Staatsentomologen L. O. HOWARD, mit dem ihn seit jenen Tagen eine warme Freundschaft verbindet, wird zur Wende seines Wirkens: Die Einsicht von der ungeheuren wirtschaftlichen Bedeutung der Insekten für alle materiellen Gebiete des menschlichen Lebens ist das Ergebnis dieser Reise und die Erkenntnis, daß ihnen nur mit wissenschaftlich begründeten Verfahren wirksam begegnet werden kann. Die großzügige und planmäßige Arbeit der amerikanischen Forscher in dieser Richtung und die imponierenden Erfolge ihrer biologischen Bekämpfungsverfahren begeistern ihn. Sein Reisebericht ist der Niederschlag dieser starken Eindrücke.

Von nun an tritt er in Deutschland mit seiner ganzen Persönlichkeit in Wort und Schrift für den Gedanken der angewandten Entomologie ein. Seiner mitreißenden Kraft ist es wesentlich zu verdanken, daß die verschiedensten Disziplinen des Gebietes neue Impulse erhalten, und die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen des Pflanzenschutzes auf land- und forstwirtschaftlichem Gebiet, jene der Vorrats- und Materialschädlinge, der hygienischen Zoologie usw. einen außerordentlichen Aufschwung erlebt.

Er gründet hierzu (zusammen mit SCHWANGART) 1913 die „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie", und beginnt 1914 mit der Herausgabe der „Zeitschrift für angewandte Entomologie", einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift für das Gesamtgebiet, die sehr bald eine führende, auch im Ausland beachtete Stellung einnimmt. 1925 folgt der „Anzeiger für Schädlingskunde" als Publikationsorgan der Gesellschaft mit dem Ziele, weitere Kreise auch der Praxis für den Gedanken der angewandten Entomologie zu gewinnen.

Neben dieser mehr organisatorischen Arbeit im Dienste der Sache läuft unablässig sein wissenschaftliches Werk. Zahlreiche Aufsätze, meist forstentomologischen Inhalts, und das groß angelegte Handbuch der „Forstinsekten Mitteleuropas", von dem jetzt vier Bände vorliegen, gehen aus seiner Feder hervor. Letzteres wird sein wissenschaftliches Lebenswerk. Es macht ihn zum führenden Forstentomologen unserer Zeit.

Sein wissenschaftlicher Ruf dringt weit über Deutschlands Grenzen. Freundschaftliche Beziehungen verbinden ihn mit fast allen bedeutenden Fachvertretern des Auslandes. Das Münchener Institut beginnt zum Sammelplatz und zur Schule junger Entomologen aus aller Welt zu werden.

Nicht nur deutsche Studenten suchen hier ihre Sonderausbildung in der angewandten Richtung, auch aus England und den USA, aus Holland, der Schweiz, aus Lettland und Rußland, Bulgarien und Rumänien, aus Indien und der Türkei, Japan und China, stellen sich lernbegierige Nachwuchskräfte ein. Zugleich durchläuft eine Generation junger Forstleute und Landwirte seine Schule.

Deutsche Behörden und ausländische Regierungen, Wirtschaft und private Kreise, suchen seinen Rat und unterstützen sein Werk. Die Großindustrie greift seine Anregungen auf: Die neuzeitliche chemische Bekämp-

fungstechnik unter Einsatz spezifischer Insektizide entsteht und entwickelt sich in ihren Anfängen wesentlich unter seinem Einfluß.

Frühzeitig erkennt er die der chemischen Kampfmethode gegen Insektenplagen gezogenen Grenzen: Obschon für den Augenblick zu durchgreifenden Erfolgen führend, stellen sie kein Dauerheilmittel vor. Und so lehrt er die Aktivierung der natürlichen Gegenkräfte, die das biologische Gleichgewicht im Naturhaushalt bedingen. Ihre Erforschung und Nutzbarmachung ist und bleibt letztes Ziel der wissenschaftlich arbeitenden Entomologie angewandter Richtung. Mit dieser Forderung wird er wegweisend.

Sein Wirken ist im ganzen gesehen ein wesentliches Stück Geschichte der angewandten Entomologie, die ihm — in Deutschland — seit RATZEBURG's Zeiten die stärksten Anregungen verdankt.

Die ungewöhnlichen wissenschaftlichen Leistungen und die bahnbrechende Lebensarbeit ESCHERICH's brachten ihm zahlreiche Ehrungen des In- und Auslandes ein: Er wurde Mitglied der Kaiserlich-Hw. Leopoldinischen Akademie der Wissenschaften zu Halle und der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München. Die Association of applied Biology in London, die Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien, die Finnische Entomologische Gesellschaft Helsinki und die Deutsche Entomologische Gesellschaft ernannten ihn zu ihrem Ehrenmitglied. Die Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie wählte ihn zum Ehrenvorsitzenden. Von der Hochschule für Bodenkultur in Wien und der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn wurde ihm der Ehrendoktor verliehen. Als höchste deutsche Auszeichnung für wissenschaftliche Verdienste erhielt er die Goethemedaille für Kunst und Wissenschaft.

Zwölfer, München.

Verzeichnis der Schriften von K. Escherich (1888-1951)

1. Über einige europäische Meloë-Arten. — Wiener Ent. Zeitg., 7. Jrg., 1888.
2. Beschreibung einer neuen deutschen Meloë-Art und mehrerer Varietäten. — Ebenda, 8. Jrg., 1889.
3. Zwei neue Meloë-Arten aus Syrien und Armenien. — Ebenda.
4. Kritik der zwei Meloë-Arten *autumnalis* Oliv. und *hiemalis* Gredl. — Ebenda.
5. Meloë Reitteri, eine neue russische Meloë-Art. — Ebenda.
6. Nachträge u. Berichtigungen zum *Catalogus Coleopterorum* von Gemminger u. Harold, betreffend die Gattung Meloë. — Deutsch. Ent. Zeitschr. Berlin, 1889.
7. Revision der behaarten Meloë-Arten der alten Welt. — Wiener Ent. Ztg., 9. Jrg., 1890.
8. Meloiden-Studien. — Ebenda.
9. Bemerkungen über Meloë *algericus* nov. spec. aus Algier. — Dtsch. Ent. Zeitschr., Berlin 1890.
10. *Cochliophorus* nov. gen. *Meloidarum.* — Ebenda 1891.
11. Meloiden-Studien II. — Wiener Ent. Ztg., 10. Jrg., 1891.
12. Die paläarktischen Vertreter der Coleopteren-Gattung „Zonitis" Fab. — Dtsch. Ent. Ztg., 1891.

13. Die biologische Bedeutung der „Genitalanhänge" der Insekten. — Verhdlg. Zoologisch-Botanischen Ges., Wien 1892.
14. Über die Gesetzmäßigkeit im Abändern der Zeichnung bei Insekten. — Dtsch. Ent. Zeitg., 1892.
15. Meloiden-Studien III. Wiener Ent. Ztg., 11. Jrg., 1892.
16. Aus dem Leben der Pillendreher. — „Die Natur" 1892.
17. Exkursion auf die Insel Linosa. — Il Naturalista Siciliano, 1892.
18. Über *Trichodes sipylus* L. — Wiener Ent. Ztg., 11. Jrg., 1892.
19. Studien über die Cleriden-Gattung *Trichodes* Hbst. — Ebenda.
20. Zur Kenntnis der Coleopterengattung *Trichodes* Hbst. — Verhdlg. Zool.-Botanischen Ges., Wien 1893.
21. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Lucaniden und Scarabaeiden. — Wiener Ent. Ztg., 12. Jrg., 1893.
22. Vorläufige Erwiderung auf Verhoeffs Kritik über meine Arbeit „Die biologische Bedeutung der Genitalanhänge der Insekten." — Ent. Nachrichten, Berlin 1893.
23. Beiträge zur Naturgeschichte der Meloidengattung *Lytta* Fab. — Verhdlg. Zool.-Botanischen Ges., Wien 1894.
24. Anatomische Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren. — Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 57, 1894.
25. Zwei Fälle von Anpassung. — Verhdlg. Zool.-Botanischen Ges., Wien 1894.
26. Bemerkungen über Verhoeffs „primäre" und „sekundäre Sexualcharaktere" der Insekten. Entom. Nachrichten, Berlin 1894.
27. Zur Kenntnis der Avifauna Central-Kleinasiens. — Zool. Anz., 1895. Zusammen mit Dr. Katharíner.
28. Beitrag zur Biologie der Landschildkröten. — Biol. Centralbl. Bd. 15, 1895. Zusammen mit Dr. Katharíner.
29. Revision der Meloiden-Gattung Lydus Latr. — Dtsch. Ent. Zeitschr., 1896.
30. Meloiden-Studien IV. — Wiener Ent. Ztg., 15. Jrg., 1896.
31. Zur Kenntnis der Gattung *Caloenas* Reitt. — Wiener Ent. Ztg., 15. Jrg., 1896.
32. Über einen überzähligen, fühlerförmigen Anhang bei *Dilophus tibialis* Loew. — Entom. Nachrichten, 1896.
33. Über die Brauchbarkeit des Formols zur Konservierung von Insekten. — Ebenda.
34. Beitrag zur Fauna der tunesischen Insel Sjerba. — Verhdlg. Zool.-Botanischen Ges., Wien 1896.
35. Zoologische Ergebnisse einer von Dr. K. Escherich u. Dr. L. Katharíner nach Central-Kleinasien unternommenen Reise. IV. Teil. Coleopteren. — Stettiner entom. Ztg., 1897.
36. Beitrag zur Hemipterenfauna Kleinasiens. — Entom. Nachrichten, Berlin, 1897.
37. Zoologische Reiseskizzen aus Kleinasien. — Frankfurt, 1897.
38. Bestimmungstabelle der deutschen forstschädlichen Borkenkäfer zum praktischen Gebrauch für Forstleute. — Forstl.-naturw. Zeitschr., 1897.
39. Über einige Ameisengäste. — Entom. Nachrichten, Berlin 1897.
40. Bestimmungstabelle der europäischen Coleopteren. Meloidae. — II. *Zonitis*, 35. Bd. d. Verhdlg. Ent. Ver., Brünn 1897.
41. Zur Kenntnis der Myrmekophilen Kleinasiens. I. Coleopteren. — Wiener Ent. Ztg., 16. Jrg., 1897.
42. Beitrag zur Morphologie u. Systematik der Coleopteren-Familie der *Rhysodiden*. — Ebenda 17. Jrg., 1898.
43. Bemerkungen zu den vorstehenden Auslassungen Verhoeffs. — Ebenda.
44. Zur Anatomie u. Biologie von *Paussus turcicus* Friv. — Zool. Jahrb. 12. Bd., Jena 1898.
45. Zur Biologie von *Thorictus Foreli* Wasm. — Zool. Anz. Bd. 21, 1898.
46. Zur Kenntnis der Coleopteren-Gattung *Zonabris* Harold. — Wiener Ent. Ztg., 18. Jrg., 1899.
47. Ameisen-Psychologie. — Beilage zur Allgemeinen Zeitg., 1899.
48. Zur Naturgeschichte von *Paussus Favieri* Fairm. — Verhdlg. Zool.-Botanischen Ges., Wien 1899.
49. Über die Bildung der Keimblätter bei den Insekten. — Sitzsber. naturforsch. Ges., Rostock 1900.
50. Über die Keimblätterbildung bei den Musciden — Nova Acta (Leopoldina) Halle 1900.

51. Über das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen in dem Darmepithel eines Käfers. — Biol. Centralbl. Bd. 20, 1900.
52. Das Insekten-Entoderm. — Ebenda 1901, Bd. 21.
53. Über den sog. „Mittelstrang" der Insekten. Ebenda 1902, Bd. 22.
54. Zur Entwicklung des Nervensystems der Musciden, mit besonderer Berücksichtigung des sog. Mittelstranges. — Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 71/4, 1902.
55. Zur Biologie der nordafrikanischen *Myrmecocystus*-Arten (Formiciden). Allgem. Zeitschr. f. Entom., Bd. 7, 1902.
56. Biologische Studien über algerische Myrmekophilen. — Biol. Centralbl., Bd. 22, 1902.
57. Ein Jesuitenpater als Anhänger der Abstammungslehre. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1902, Nr. 136.
58. Beiträge zur Kenntnis der *Thysanuren*. I. Reihe. Zool. Anz., Bd. 26, 1903.
59. Anatolische Landwirtschaft. — Beilage zur Allg. Zeitg. 1903.
60. Über eine Galle an der Weißtanne *(Abies pectinata)*. — Allgem. Zeitschr. f. Entom., Bd. 8, 1903.
61. Über die Gäste der Ameisen. — Mitt. d. Philomathischen Ges. Elsaß-Lothringen, 1902.
62. Leonhard Baldners, „Vogel-, Fisch- u. Tierbuch" aus dem Jahre 1666. — Beilage z. Allgem. Zeitg., 1904.
63. Neue paläarktische Meloiden aus der F. Hauser'schen Sammlung. — Münchener Koleopt. Zeitschr., Bd. 2, 1904.
64. Das System der Lepismatiden. — Zoologica, Heft 42. Stuttgart, Erwin Nägeli, 1904.
65. Kirchliche Abstammungslehre. Beilage z. Allgem. Zeitg. 1905, Nr. 34 u. 35.
66. Die Reptilien von Elsaß-Lothringen. — Mitt. Philomath. Ges. Elsaß-Lothringen, Bd. 3, 1905.
67. Beiträge zur Kenntnis der elsässischen Ameisenfauna. — Ebenda 1906.
68. Beiträge zur Kenntnis der *Thysanuren*. II. Reihe. — Zool. Anz., Bd. 30, 1906.
69. Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. — Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn, 1906.
70. Ameisensklaverei. — Aus d. Natur. 1907.
71. Neue Beobachtungen über *Paussus* in Erythrea. — Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., Bd. 3, 1907.
72. Die elementare Macht der Fortpflanzung. — Beilage z. Allgem. Ztg., 1908.
73. Eine Ferienreise nach Erythrea. — Verlag Quelle u. Meyer, Leipzig 1908.
74. Nochmals: Die Theorie der Ameisenpflanzen — ein Irrtum der Biologie. Beilage z. Allg. Zeitg., 1908.
75. Neues vom Maikäfer. — Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., 1908.
76. Tharandter Zoologische Miscellen. I. Reihe (mit W. Baer). Ebenda.
77. Aus dem Leben der Termiten oder „weißen Ameisen". — Leipzig, Jll. Zeit. 1.
78. Die Ameise und ihre Lebensweise. — Ebenda, 1908.
79. Tharandter Zoologische Miscellen. II. Reihe (mit W. Baer). — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., 1909.
80. Referat über Wasmann, Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. — Journ. Psychologie u. Neurologie, 1909.
81. Die myrmekologische Literatur von Januar 1906 bis Juni 1909. — Zeitschr. f. wiss. Insektenbiol., Bd. 5, 1909.
82. Tharandter Zoologische Miscellen. III. Reihe (mit W. Baer). — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., 1910.
83. Termitenschaden. — Thar. forstl. Jahrb., Bd. 61, 1910.
84. Zwei Beiträge zum Kapitel „Ameisen u. Pflanzen". — Biol. Centralbl., Bd. 31, 1911.
85. Die Termiten oder weißen Ameisen. — Leipzig, Dr. Werner Klinkhardt, 1911.
86. Tote Nonneneier. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., 1911.
87. Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne. — Ebenda.
88. Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne (Selbstreferat). — Biol. Centralbl., Bd. 32, 1912.
89. Ein Vorschlag zur Hebung der Forstentomologie. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1912.
90. Nonnenprobleme. — Ebenda.
91. Bemerkungen zu den vorstehenden Ausführungen des Herrn Oberforstmeisters Krutzsch. — Ebenda, 1913.

92. Neues über Polyederkrankheiten. — Ebenda, 1913.
93. Tharandter Zoologische Miscellen. IV. Reihe (mit W. Baer). — Ebenda.
94. Fortschritte der Leimtechnik. — Thar. forstl. Jahrb., Bd. 64, 1913.
95. Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Eine Einführung in die biologische Bekämpfungsmethode. — Berlin, Paul Parey, 1913.
96. Insekten. — Aus dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften. Bd. 5, Verlag Gustav Fischer, Jena, 1913.
97. Der gegenwärtige Stand der angewandten Entomologie, und Vorschläge zu deren Verbesserung. — Verhdlg. Dtsch. Zool. Ges. auf d. 23. Jahresvers., Bremen, 1913.
98. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Bd. 1. — Berlin, Paul Parey, 1914.
99. Über die Ziele u. Aufgaben der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie". Zeitschr. f. ang. Entom. — Bd. 1, 1914.
100. Otto Nüsslin, Nekrolog. — Forstwiss. Centralbl., 1915.
101. Otto Nüsslin, Nekrolog. — Zeitschrift f. ang. Entom., 1915.
102. Prof. L. Rhumblers Vorschläge zur Reform der deutschen Forstentomologie. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1915.
103. Kleine Mitteilungen. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1915.
104. Die Bedeutung der „Angewandten Entomologie" für unser Kultur- u. Wirtschaftsleben. — „Monatshefte", Bd. 8, 1915.
105. Maikäferbekämpfung im Bienwald (Rheinpfalz). — Flugschriften der deutschen Ges. f. ang. Entom. Nr. 3, Berlin, Paul Parey, 1916.
106. Blausäure als Entlausungsmittel. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1916.
107. Verschiedenes: Zum 70. Geburtstag von Edmund Reitter. Prof. Dr. Lucas v. Heyden, Nekrolog. Theodor Boveri, Nekrolog. Forstmeister Theodor Grohmann †. Otto Maas †. Max Lühe †. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1916.
108. Waldkrankheiten. — Münch. Neuest. Nachr., 1916 (25. Febr.)
109. *Clytus arcuatus* L. (Cerambycide) als schlimmer technischer Eichenschädling. — Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landw., 14. Jrg., 1916.
110. Eine *Clytus*-Kalamität in der Pfalz. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1916.
111. Forstentomologische Streifzüge im Urwald von Bialowies. — Berlin, Paul Parey, 1917.
112. Der Krieg und die Insektenkunde. — Entom. Zeitschr., Bd. 31, Frankfurt M., 1917.
113. Das Frostspannerproblem. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1917.
114. Die Ameise. Schilderung ihrer Lebensweise. 2. Aufl. — Braunschweig, Friedrich Vieweg u. Sohn, 1917.
115. Organisation der Schädlingsbekämpfung — Paul Parey, Berlin, 1918.
116. Über das Tannensterben. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1919.
117. Die Bekämpfung schädlicher Insekten, eine volkshygienische und volkswirtschaftliche Notwendigkeit. — Frankfurt M., Verlag Werner u. Winter, 1919.
118. Angewandte Entomologie. — „Aus der Natur", 17. Jrg., 1920.
119. Die Generation des großen braunen Rüsselkäfers *(Hylobius abietis)*. — Forstwiss. Centralbl., 1920.
120. Angewandte Entomologie u. Phytopathologie. — Zeitschrift f. ang. Entom., 1921.
121. Über die Fortschritte der angewandten Entomologie in den letzten drei Jahren. — Verhdlg. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. auf d. 3. Mitgliederversammlg., Eisenach, 1921.
122. Die Stellung der angewandten Entomologie im Pflanzenschutz. — Ebenda.
123. Die Streufauna. — Forstwiss. Centralbl., 1922.
124. Parasitenwirkung und biologische Bekämpfung. — Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., 1922, 54. Jrg.
125. Zur Biologie einiger exotischer (südafrikanischer) Buprestiden. — Zeitschr. f. ang. Entom., Bd. 11, 1923.
126. Die Forstinsekten Mitteleuropas. — Ein Lehr- u. Handbuch. Bd. II, Berlin, Paul Parey, 1923.
127. Aufgaben der Forstentomologie. — Allg. Forst- u. Jagdztg., 1924.
128. Flieger als Schädlingsbekämpfer. — Münchener Neueste Nachr., 1924.
129. Noch einige Worte zur Nonnenbekämpfung. — Forstl. Wochenschrift „Silva", 1924.
130. Zehn Jahre „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie". — Verhdlg. Dtsch. Ges. f. ang. Entom., Frankfurt M., 1924.
131. Die Forstentomologie in Schweden. — Forstwiss. Centralbl., 1924.
132. Kieferneulenkatastrophe und Forstentomologie. — Bericht ü. d. 23. Hauptvers. Deutsch. Forstvereins zu Bamberg, 1924.
133. Streudüngung u. Drahtwurmbefall. — Forstwiss. Centralbl., 1924.

134. Gefahren der Waldstreu-Düngung. — Dtsch. Landw. Presse, 51. Jrg., 1924.
135. Mischwald u. Insektenkatastrophen. — Der Dtsch. Forstwirt, Bd. 7, 1925.
136. Das Flugzeug als Kampfmittel gegen Forstschädlinge. — Kosmos, 1925.
137. Die Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland. — Die Umschau, 1925.
138. Kainit gegen die Nonne. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1925.
139. Eine Reise ins norddeutsche Eulengebiet. — Forstw. Centralbl., 1925.
140. Der graue Schildlausrüßler als mutmaßlicher Vertilger von Nonneneiern. — Anz. f. Schädlingskde., 1925.
141. Zur Frage der Nonnenbekämpfung durch künstliche Verbreitung der Polyederkrankheit. — Ebenda.
142. „Kainit gegen Nonne". — Ebenda.
143. Neues über die Kiefernnadelscheidengallmücke, *Thecodiplosis (Cecidomyia) brachyntera* Schwaegr. — Ebenda.
144. Schäden durch die Eichenrindenminiermotte *(Gracilaria Simploniella* F. R.) in Ungarn. — Ebenda.
145. Die Übertragung der Drahtwürmer durch Waldstreu. — Ebenda.
146. Forstentomologische Grundlagen der Flugzeugbekämpfung. — Der Dtsch. Forstwirt, 1926.
147. Kampf mit den Forstschädlingen. — „Die Einkehr". 1926.
148. Die „Flugzeugbekämpfung" des Kiefernspanners im bayerischen Forstamt Ensdorf. — Forstwiss. Centralbl., 1926.
149. Eröffnungsansprache auf der V. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie zu Hamburg 1925. — Verhdlg. Dtsch. Ges. f. ang. Entom. 1926. Berlin, Paul Parey.
150. Die Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland. — III. Internat. Entom. Kongreß, Zürich 1925, Bd. 2, Weimar, 1926.
151. Die angewandte Entomologie in Brasilien. — Anz. f. Schädlingskde., 1926.
152. Brasilianische Skizzen. — Forstwiss. Centralbl., 1926.
153. Im Schlangengarten von Butantan. — Berlin. Lokal-Anz., 1926.
154. Aufgaben und Forderungen der angewandten Entomologie. — Anz. f. Schädlingskde., 1926.
155. Die Bekämpfung des Kaffeeborkenkäfers im Staate São Paulo. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1927.
156. Neuzeitliche Bekämpfung tierischer Schädlinge. — Berlin, Verlag Julius Springer, 1927.
157. Forstentomologische Fragen auf der Wiener Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie. — Forstwiss. Centralbl., 1927.
158. Die Bekämpfung der Kiefernblattwespe *(Lophyrus pini* L.) im Schwetzinger Wald mit „Forstesturmit". — Forstwiss. Centralbl., 1927.
159. Schädlingsbekämpfung vom Flugzeug aus. — Mitt. d. Dtsch. Landwirtschafts-Ges., 1927.
160. Otto A p p e l — Anz. f. Schädlingskde., 1927.
161. Ein wenig bekannter Tannenschädling *(Otiorrhynchus scaber* L.) — Forstwiss. Centralbl., 1928.
162. Über die Wirkung von verschiedenen Arsenpräparaten auf Forstschädlinge. Ebenda, 1928.
163. Der heutige Stand der Arsenbekämpfung der Forstschädlinge mittels Flugzeug. — Ebenda, 1928.
164. Eine Laubheuschrecke *(Barbitistes constrictus* Br.) als Kiefernschädling. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1928.
165. Angewandte Zoologie. — Münchener Neueste Nachr. Nr. 143, 1928.
166. Kampf der Forstwirtschaft gegen tierische Schädlinge. — „Das Bayerland", Novemberheft 1928.
167. L e l a n d O. H o w a r d. — Anz. f. Schädlingskde., 1928.
168. Flugzeug und Motorverstäuber im Dienste der Forstschädlingsbekämpfung. — Dtsch. Forstzeitg., 1929.
169. Nach 15 Jahren. Eröffnungsansprache auf der VII. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie zu München 1928. — Berlin, Paul Parey, 1929.
170. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. I. Bericht. — Forstwiss. Centralbl., 1929.
171. Der Motorverstäuber im Dienste der Forstschädlingsbekämpfung. — Ebenda, 1928.

172. Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge. — Flugschriften der Dtsch. Ges. f. ang. Entom., Nr. 12, Berlin, Paul Parey, 1929.
173. Einige Notizen über die Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung und Bekämpfung der Blattschneiderameisen *(Atta)*. — Zool. Anz. (Wasmann-Festband) 1929.
174. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. II. Bericht — Forstwiss. Centralbl., 1930.
175 Karl Eckstein. — Zeitschr. f. ang. Entom., 1930.
176. Das neue Gesicht der Forstentomologie. — Forstwiss. Centralbl., 1930.
177. Sterbender Wald. Die Tätigkeit der Kieferneule und ihre Bekämpfung. — Münchener Neueste Nachr., 1930.
178. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. Bd. III. — Berlin, Paul Parey, 1931.
179. Waldkatastrophen. — „Kosmos", 1931, H. 4.
180. Wissenschaftliche und praktische Arbeit anläßlich der letzten bayer. Kieferneulen-Kalamität. — Forstwiss. Centralbl., 1931.
181. Ein neuer Fortschritt in der Forstschädlingsbekämpfung. — „Silva", 19. Jrg., 1931.
182. Ein neues Bekämpfungsmittel gegen Forstschädlinge. — Wiener Allgem. Forst- u. Jagdztg., 49. Jrg., 1931.
183. Eröffnungsansprache auf der achten Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft f. angewandte Entomologie zu Rostock vom 24.—28. August 1930. — Verhandlg. der Dtsch. Ges. f. ang. Ent. Paul Parey, Berlin, 1931.
184. Angewandte Entomologie. — Der Biologe, 1931/32.
185. Die Nonnenkalamität in der Tschechoslowakei 1917—1927. — „Silva", 20. Jrg., 1932.
186. Neue Wege auf dem Gebiete des Holzschutzes. — Der Deutsche Forstwirt, 1932.
187. Fortschritte im Forst- u. Holzschutz. — „Die Umschau", 36. Jrg., 1932.
188. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. III. Bericht: Das Jahr 1929. — Forstwiss. Centralbl., 1932.
189. Rettet den deutschen Wald! — Kölnische Zeitg. 1932, Nr. 678.
190. Los vom Arsen im Forstschutz! — „Der deutsche Forstwirt" 1932, 14. Bd.
191. August Forel. Nekrolog. — Zeitschr. f. ang. Ent., Bd. 19, 1932.
192. Einige Worte zur Eulenprognose. — „Silva", 21. Jrg., 1933.
193. Bemerkungen zu K. Ecksteins Xylamon-Versuchen. — „Der Deutsche Forstwirt", 15. Bd., 1933.
194. Über die Bekämpfung holzzerstörender Käferlarven. — Der staatl. geprüfte „Desinfektor", 8. Jrg., 1933.
195. Schlußwort zu Ecksteins Xylamon-Versuchen. — „Der Deutsche Forstwirt", 1933.
196. Die hohe Bedeutung der angewandten Entomologie im deutschen Wirtschaftsleben der Gegenwart. Eröffnungsansprache auf der IX. Mitgliederversammlung in Erlangen am 2. Oktober 1933. — Verhandlg. der Dtsch. Ges. f. ang. Entom. auf der neunten Mitgliederversammlung. Paul Parey, Berlin, 1934.
197. Mehr Verständnis für Pflanzenkrankheiten. — Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 1933, Paul Parey, Berlin.
198. Erfinden und Erfinder. — Münchener Neueste Nachrichten, 1934.
199. Termitenwahn. — Eine Münchener Rektoratsrede über die Erziehung zum politischen Menschen. — Albert Langen/Georg Müller, Verlag, München, 1934.
200. Einiges über die Schildmotte. — Zeitschr. f. ang. Entom., Bd. 20, 1934.
201. Biologisches Gleichgewicht. Eine zweite Münchener Rektoratsrede über die Erziehung zum politischen Menschen. — Albert Langen/Georg Müller, Verlag, München, 1935.
202. Der Sieg der Kontaktgifte in der Forstschädlingsbekämpfung. — „Silva", 1936, Paul Parey, Berlin.
203. Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. IV. Bericht. Zusammen mit K. Schedl. — Forstwiss. Centralbl., 1936.
204. Fortschritte der Forstentomologie. (Vortrag auf der sechsten Wanderversammlung Deutscher Entomologen in Hann. Münden 1936.) — Arbeiten über physiol. u. angewandte Entomologie aus Berlin-Dahlem, Bd. 3, 1936.
205. Schädlingsbekämpfung und Wissenschaft. — „Die Umschau", Jrg. 1937.
206. Gallwespen *(Cynipidae)* als Insektenparasiten. — Zeitschr. f. ang. Entom., Bd. 24, 1938.
207. Die Braunfleckigkeit der Laubhölzer und ihre Erreger. — Forstwiss. Centralbl. 1938, Paul Parey, Berlin.

208. Die phytophagen *Megastigmus*-Arten *(Chalcididae)* als Zerstörer von Nadelholzsamen. — Zeitschr. f. ang. Entom. 1938, Paul Parey, Berlin.
209. Neuzeitliche Forstschädlingsbekämpfung. — Holzhandelsblatt, München, 1938.
210. Zur Hausbockfrage. — Gedanken eines Entomologen zur Hausbockstatistik. — Holzhandelsblatt, München, 1938.
211. Fliegenlarven als Zerstörer von Nadelholzsamen. — Anzeiger f. Schädlingskunde, 18. Jrg., 1942.
212. Dem Andenken an Dr. phil. habil. Christoph Hofmann. — Forstw. Centralbl. u. Tharandt. Forstl. Jahrb. 1943.
213. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Ein Lehr- und Handbuch. V. Bd. *Hymenoptera* (Hautflügler) und *Diptera* (Zweiflügler). Mit 715 Abb. u. 3 Farbendrucktafeln, 746 S. — Verlag Paul Parey, Berlin, 1942.
214. Leben und Forschen. Kampf um eine Wissenschaft. — Stuttgart, 1949.

Einiges über Charakterarten der Käferbestände an Fichten von verschiedener Beschaffenheit

Von

Uunio Saalas, Helsinki

Jeder, der sich auf entomologischen Sammelexkursionen oder zu Forschungszwecken in der Natur bewegt hat, hat sicher gefunden, wie er nach und nach immer mehr gelernt hat, gleichsam intuitiv zu fühlen, an welcherlei Orten bestimmte von ihm gesuchte Arten leben. Jede von diesen Arten hat nämlich ihre ganz bestimmten Ansprüche in bezug auf den Lebensort, der ihr am besten zugesagt. Manche Arten sind bis zur Peinlichkeit genau bei der Wahl ihrer Lebensumgebung, die Ansprüche der anderen sind in dieser Hinsicht erheblich geringer. Ich habe beim Sammeln und Studieren der baumbewohnenden Käfer in verschiedenen Teilen Finnlands während Jahrzehnte u. a. auch auf diesen Umstand ein Auge zu halten versucht. Schon als ich in den Knaben- und Jünglingsjahren zusammen mit meinem Vater, Prof. John Sahlberg, und unter seiner gewandten Leitung Waldinsekten sammelte, merkten wir, wie verschieden beschaffene Individuen ein und derselben Baumart eine verschiedene Anziehungskraft auf die Insekten ausübten und wie sie ihre besonderen charakteristischen Arten mit einem ebenso typischen Begleitartenbestand beherbergten. Wir gewöhnten uns auch, die Bäume nach ihren Charakterarten zu benennen. Wir sprachen z. B. — bei Rede von der Fichte — von *typographus*-Fichten, *duplicatus*-Fichten, *Polygraphus*-Fichten, *Pytho kolvensis*-Fichten, *Zilora*-Fichten usf. — ungefähr ähnlich wie etwas später A. K. Cajander (Cajander 1909 u. Cajander-Ilvessalo 1921), der Begründer der allbekannten Waldtypenlehre z. B. vom *Vaccinium-Typ, Myrtillus-Typ, Farn-Typ* usf. sprach, Typen, deren jeder ihren eigenen charakteristischen, freilich nicht ganz stabilen, sondern mehr oder minder labilen Artenbestand besaß. Doch ist es weder damals bei meinem Vater noch bis heute bei mir dazu gekommen, etwas über unsere diesbezüglichen Beobachtungen zu veröffentlichen. Insbesondere aber bei der Jagd nach sog. „Raritäten" und bei unseren diesbezüglichen Beratungen hatten wir einen gewissen Nutzen von jenen von uns eingeführten Benennungen, und wir lernten es allmählich, schon aus Entfernung, diejenigen Bäume zu erkennen, die uns möglicherweise eine ganz bestimmtartige Beute in Aussicht stellten. Es traf auch oft ein, daß, als wir uns in den Naturwäldern Mittelfinnlands zusammen auf eine Exkursion begaben, mit dem ausdrücklichen Vorhaben, irgendeine oder irgendwelche ganz bestimmten „Seltenheiten", z. B. *Pytho kolvensis* C. Sahlb. oder *Zilora elongata* J. Sahlb. zu finden, und bei der Suche nach passenden Bäumen den Wald kreuz und quer durchstöberten, wir gelegentlich für Stunden außer Hörweite voneinander gerieten. Dann konnte es aber vorkommen, daß ich plötzlich von weitem einen Baum erblickte, der mir sofort für unseren Zweck geeignet schien — und als ich mich ihm näherte, so fand ich

meinen Vater schon dort beim Durchsuchen der Rinde, denn auch er hatte, vielleicht aus einer anderen Richtung kommend, den Baum bemerkt und hatte sogleich dasselbe verheißende Gefühl gehabt wie ich.

Ich glaube, daß es, wenigstens was die Waldinsekten anbelangt, möglich sein dürfte, unter Anwendung der gekennzeichnendsten Arten als Typenarten (Charakterarten) etwa ähnlich angelegte Typen aufzustellen, wie es die Waldtypen von CAJANDER sind. Ihre Zahl würde natürlich erheblich größer sein als die der Vegetationstypen. An die Aufstellung eines besonderen Typensystems habe ich indessen nicht einmal versuchsweise gedacht, denn eine solche würde natürlich ihre eigenen eingehenden Spezialuntersuchungen erfordern, zu denen es mir an Gelegenheit gefehlt hat. Ich möchte jedoch hier gleichsam als Beispiele einige an Fichten vorkommende Käferbestände der hier gemeinten Art und ihre Charakterarten vorführen. Zur Auffrischung meines Gedächtnisses habe ich mich im vorliegenden Zusammenhang einer von mir angelegten Kartei bedient, in welcher die von mir an Fichten (ebenso wie auch an unseren anderen Waldbaumarten) angetroffenen und für meine Sammlung aufgehobenen Käfer sowie deren Larven und Puppen eingetragen sind. Diese Karten enthalten an betreffender Stelle oft einen Vermerk darüber, welche anderen Käferarten an denselben Baumindividuen angetroffen wurden. Natürlich hat man sich hierbei zu vergegenwärtigen, daß in den einzelnen Fällen nicht annähernd alle Arten aufgehoben und eingetragen wurden, und eben an dem Teil dieser weggelassenen Arten bleibt also die nachstehende Darstellung mangelhaft. Ich glaube jedoch, daß sie uns immerhin ein annähernd richtiges Bild vom Tatbestand als solchem zu vermitteln vermag.

Wir wenden uns zunächst den *Ips typographus*-Fichten zu. *Ips typographus* L. lebt bekanntlich unter der Rinde sowohl stehender als liegender Fichten und bevorzugt, wenigstens bei uns in Finnland, hauptsächlich die raschwüchsigen, mit nicht zu dicker Rinde versehenen Fichten guter Böden. In stehenden Bäumen, die vom Insekt befallen sind, ist die Anzahl der zum Begleitartenbestand gehörenden Käfer sehr groß. Bei 37 in meiner erwähnten Kartothek aufgenommenen Fichten, die als ziemlich typische *typographus*-Fichten angesehen werden können, finden sich Vermerke über insgesamt 72 Käferarten (dazu kommen noch einige nicht näher bestimmte Larven). Von diesen sind 23 solche, die ihre eigenen Gänge anlegen, der Rest lebt in den Gängen anderer Arten oder in den Rissen der Borkenrinde. Von den ersteren stehen in meinen Kartenvermerken absolut an erster Stelle *Pityogenes chalcographus* L. und die *Tetropium*-Arten (*T. castaneum* L. und *T. fuscum* F.), deren Larven es mir jedoch bei weitem nicht immer zu unterscheiden gelungen ist, ersterer im oberen Stammteil und in den Ästen, die Tetropien meistens zu unterst am Stammgrund. In sehr vielen Fällen sind zwischen den Fraßfiguren des *Ips typographus* auch *Crypturgus pusillus* GYLL. und *Cr. cinereus* HBST. vorgekommen, und recht oft finden sich Vermerke über *Polygraphus subopacus* THOMS. und *P. poligraphus* L. sowie im mittleren Stammabschnitt *Ips duplicatus* C. SAHLB. und am Stammgrund *Hylurgops palliatus* GYLL., der indessen regelmäßig erst fast ein Jahr nach *Ips typographus* in den Baum eingedrungen ist. Ungefähr ebensooft wie diese unter der Rinde lebenden Arten ist bei den *typographus*-Fichten im Holz selbst *Trypodendron lineatum* OL. angetroffen worden. Der Anteil der übrigen Fraßgänge

anlegenden Arten ist im Vergleich zu den hier genannten bei den *typographus*-Fichten weitaus geringer gewesen. — Von den die Gänge anderer Käfer bewohnenden Arten stehen in meiner Kartothek bei den *typographus*-Fichten an erster Stelle *Plegaderus vulneratus* PANZ., *Thanasimus formicarius* L., *Placusa depressa* MÄKL., *Phloeonomus pusillus* GRAV., *Phloeopora testacea* MANNH., *Nudobius lentus* GRAV. und *Epuraea thoracica* TOURN. Annähernd ebensooft finden sich auch Vermerke über *Laemophloeus abietis* WANK., dies rührt aber ausschließlich davon her, daß ich konsequent so gut wie alle Individuen dieses seltenen, zur Hauptsache in den Gängen der *Polygraphus*-Arten lebenden Käfers, die mir begegnet sind, in Verwahr genommen habe. Eine große Zahl von Vermerken betrifft auch die Arten *Phloeonomus lapponicus* ZETT., *Quedius laevigatus* GYLL., *Plegaderus saucius* ER., *Corticaria linearis* PAYK., C. *crenicollis* MANNH., *Glischrochilus 4-punctatus* L., *Platysoma lineare* ER. und *Micromalus parallelopipedus* HBST. Auch *Ptinus subpilosus* STURM habe ich recht oft an diesen Fichten notiert, für diese Art gilt aber dasselbe, was oben bei *Laemophloeus abietis* gesagt wurde. Andere Käfer sind an diesen stehenden *typographus*-Fichten gemäß meinen Vermerken seltener vorgekommen. Von diesen möchte ich jedoch hier einige bei uns sonst als ziemlich große Seltenheiten geltende Arten nennen. Solche sind u. a. *Corticaria lateritia* MANNH., *Epuraea interjecta* SJÖB., *E. laeviuscula* GYLL. (lebt in den Gängen von *Trypodendron), Hypophloeus fraxini* KUG., H. *suturalis* PAYK. und *Phloeonomus monilicornis* GYLL.

Bei den liegenden *Ips typographus*-Fichten hat sich der Begleitartenbestand als bedeutend artenärmer als bei den stehenden Bäumen erwiesen. Bei 32 liegenden Stämmen sind insgesamt 48 Arten verzeichnet worden, von diesen 24 solche, die ihre eigenen Fraßgänge anlegen, und zwar größtenteils dieselben Arten wie bei den Stehfichten. Als absolut häufigste Art hat sich *Pityogenes chalcographus* L. ergeben, danach kommen in der Häufigkeitsreihenfolge *Hylurgops palliatus* GYLL., *Dryocoetes autographus* RATZ., *Trypodendron lineatum* OL., *Crypturgus pusillus* GYLL., die *Tetropien*, etwas seltener *Crypturgus cinereus* HBST., *Orthotomicus suturalis* GYLL., O. *proximus* EICHH. und *Pissodes harcyniae* HBST. — Von Arten, die in den Gängen anderer leben, habe ich auch bei diesen Fichten u. a. folgende notiert: *Plegaderus vulneratus* PANZ., *Placusa depressa* MÄKL., *Platysoma lineare* ER., *Thanasimus formicarius* L., *Th. rufipes* BRAHM, *Placusa tachyporoides* WALTL. und *Rhizophagus dispar* PAYK.

Als *Pityogenes chalcographus*-Fichten könnten solche kleinen Fichten bezeichnet werden, deren Brusthöhendurchmesser nicht 12 cm übersteigt und bei denen die Fraßgänge von *Pityogenes chalcographus* L. den größten Teil der Stammoberfläche unter der Rinde bedecken. Solche stehenden Fichten fanden sich in meiner Kartei nur 15, und in ihnen wurde ein Begleitartenbestand von insgesamt 41 Käfern notiert, von diesen 20 solche, die ihre eigenen Gänge anlegen. Die häufigste Art unter diesen letztgenannten war *Pityophthorus micrographus* L., doch befanden sich in der Menge auch mehrere andere Borkenkäfer, im basalen Stammabschnitt u. a. *Ips typographus* L. und *I. duplicatus* C. SAHLB.; ferner *Polygraphus poligraphus* L., *P. subopacus* THOMS., *Cryphalus saltuarius* WSE, u. a. Von

den in den Gängen anderer lebenden Arten gehört in solchen Fichten *Hypophloeus linearis* F. zu den häufigsten.

Die typischen *Hylurgops glabratus*-Fichten sind erheblich anders beschaffen als die *Ips typographus*-Fichten. Es handelt sich bei ihnen stets um liegende Stämme, meistens verhältnismäßig trägwüchsige, dick berindete Bruchmoorfichten. Weil die Typenart *Hylurgops glabratus* ZETT. stets weitgehend sekundär aufzutreten scheint, begegnet man ihr in stehenden Bäumen nur mehr oder minder zufällig, und nie in größeren Individuenzahlen. Meine 31 auf typische *glabratus*-Fichten bezüglichen Karten enthalten Vermerke über 43 Begleitarten, davon 18 mit eigenen Gängen. Von diesen sind unabweislich die häufigsten *Dryocoetes hectographus* REITT. und *Polygraphus punctifrons* THOMS., die beide von etwa jeder zweiten solchen *glabratus*-Fichte vorliegen und die oft recht zahlreich aufgetreten sind. (Vergleichshalber möge erwähnt werden, daß bei diesen Bäumen *Dryocoetes autographus* RATZ. nur in einem Falle, *Polygraphus subopacus* THOMS. in vier Fällen notiert wurde.)

Auf der anderen Seite wiederum sei erwähnt, daß, wenn ich von den 20 gefallenen Fichten ausgehe, von denen *Dryocoetes hectographus* mehr oder minder reichlich vorliegt, so hat sich bei mehr als jedem zweiten Baum zugleich auch *Hylurgops glabratus* und bei jedem zweiten *Polygraphus punctifrons* ergeben. Wähle ich wiederum als Ausganspunkt die 25 liegenden Fichten, in denen die letztgenannte Art aufgetreten ist, so ist in 16 von ihnen auch *Hylurgops glabratus* und in 11 auch *Dryocoetes hectographus* vorgekommen. Auch hieraus ist also zu ersehen, wie die genannten drei Arten eine Vorliebe für Bäume gleicher Beschaffenheit zeigen. Von den winzigen Borkenkäfern der Gattung *Crypturgus* scheint *Cr. hispidulus* THOMS. diejenige Art zu sein, die bei uns am meisten eben *glabratus*-Fichten bevorzugt, denn diese wurde von mir in 8 Fällen notiert, während *Cr. pusillus* GYLL. nur in einem Falle vorliegt. Recht oft habe ich freilich an diesen Fichten auch *Hylurgops palliatus* GYLL. und *Ips typographus* L. notiert, letztere Art trotz ihrer allgemeinen Häufigkeit jedoch meistens nur in ziemlich spärlicher Zahl. — Von Käfern, die keine eigentlichen Gänge anlegen, und denen ich am häufigsten an jenen Bäumen begegnet bin, mögen erwähnt werden *Pytho depressus* L., dessen kleine Larven man finden kann, schon ehe die Borkenkäfer den Baum verlassen haben, *Atheta arcana* ER., *Rhizophagus dispar* PAYK. u. a.

Die typischen *Callidium coriaceum*-Fichten bestehen im allgemeinen aus ähnlichen verhältnismäßig trägwüchsigen und dickrindigen Bäumen wie die *Hylurgops glabratus*-Fichten, im Gegensatz zu den letzteren umfaßt aber diese Gruppe nur stehende Bäume. Die Typenart der Gruppe, die Cerambycide *Callidium coriaceum* PAYK., lebt anfangs lange unter der Borkenrinde, das Splintholz ziemlich tief benagend, dringt aber dann in das Innere des Stammes, mitunter vollends bis zu dessen Mitte ein, um sich dort zu verpuppen. Von 34 in meiner Kartei aufgenommenen Fichten dieser Gruppe habe ich insgesamt 46 Begleitarten notiert. *Ernobius explanatus* MANNH. wurde im ganzen in 17 Fällen angetroffen. Von anderen Arten, die ihre eigenen Gänge anlegen, waren die häufigsten *Polygraphus subopacus* THOMS., die *Tetropien, Rhagium inquisitor* L., *Xylechinus pilosus* RATZ., u. a. Von Arten, die keine eigenen Gänge besitzen, wurden am häufigsten *Laemophloeus abietis* WANK. (lebt, wie bereits er-

wähnt, jedenfalls vorzugsweise in den Gängen der *Polygraphus*-Arten), die *Thanasimen* und *Bius thoracicus* F. gefunden, alle übrigen weit seltener. Von Raritäten ersten Ranges, die an diesen Bäumen angetroffen wurden, mögen erwähnt werden *Cyphaea curtula* ER. und *Megatoma pubescens* ZETT.

Bei den typischen *Polygraphus subopacus*-Fichten handelt es sich gleichfalls um stehende Bäume (gleichwie auch bei den *Polygraphus poligraphus*-Fichten, die indessen im Lande, abgesehen von dessen südlichsten Teil, weit seltener als die *subopacus*-Fichten sind, aber im Gegensatz zu den von *P. punctifrons* THOMS. bewohnten Fichten, bei denen man es, wie früher bereits erwähnt, ziemlich regelmäßig mit liegenden Bäumen zu tun hat). Ihre Rinde haftet auch dann, wenn die bekanntlich in und nicht unter der Borke befindlichen Gänge fertig angelegt sind, noch fest an der Stammoberfläche und löst sich nicht leicht von ihr ab, wie es dagegen in betreff der meisten anderen nadelbaumbewohnenden Borkenkäfer der Fall ist. Es sind Bäume von recht verschiedenem Stammdurchmesser, meistens handelt es sich aber um mäßig schlanke, verhältnismäßig trägwüchsige, oft unterdrückte Fichten mäßig schwacher Böden. Meine Kartei enthält 61 solche typischen *subopacus*-Fichten, bei denen neben der Typenart *Polygraphus subopacus* THOMS. auch andere Käferarten, insgesamt 82, von diesen 35 mit eigenen Gängen, notiert worden sind. Keine von diesen kann als besonders regelmäßig gewertet werden, recht oft wiederholen sich jedoch die Vermerke bei den Borkenkäfern *Xylechinus pilosus* RETZ., *Pityogenes chalcographus* L., *Polygraphus poligraphus* L., *Crypturgus cinereus* HBST und *Pityophthorus micrographus* L. sowie bei folgenden anderen Käfern: *Tetropium* sp., *Callidium coriaceum* PAYK., *Pissodes harcyniae* HBST und *Ernobius explanatus* MANNH. Und dann noch eine große Rarität, der ich nur an solchen kleinen, aber alten, sehr trägwüchsigen Torfmoorfichten begegnet bin, in denen *Polygraphus subopacus* als das vorherrschende Insekt aufgetreten ist: *Carphoborus rossicus* SEM. — Namentlich in den *Polygraphus*-Gängen scheinen solche Seltenheiten zu leben, wie *Laemophloeus alternans* ER., *L. abietis* WANK. und *Lado Jelskyi* WANK., die ich — aus einschlägigen Gründen wie oben in betreff mancher anderen Seltenheiten — von einer größeren Anzahl *Polygraphus subopacus*-Fichten als die übrigen hier genannten Käfer notiert habe. Von anderen Arten, die nicht ihre eigenen Gänge anlegen, mögen allen voran erwähnt werden *Thanasimus rufipes* BRAHM, *Th. formicarius* L., *Phloeonomus pusillus* GRAV., *Phloeopora testacea* MANNH., *Glischrochilus 4-punctatus* L. und *Bius thoracicus* F.

Die Gruppe der eigentlichen *Pytho kolvensis*-Fichten umfaßt solche sehr großen umgefallenen Bäume, deren Stamm ziemlich eng dem Boden anliegt und die sich hier schon zumindest einige Jahre lang befunden und seinerzeit einen jetzt schon längst gewichenen Borkenkäferbestand beherbergt haben. Ihre Rinde bedeckt noch wenigstens stellenweise recht locker den Stamm. Der Begleitartenbestand ist bei diesen Bäumen meistens verhältnismäßig gering, umfaßt aber manche recht typische Arten. Bei 35 Bäumen dieser Gruppe habe ich neben der Typenart *Pytho kolvensis* C. SAHLB. insgesamt 34 Begleitarten notiert, unter diesen unbedingt am häufigsten die Staphylinide *Olisthaerus substriatus* GYLL. und die Larve der Elateride *Harminius undulatus* Due G., recht oft auch *Dendro-*

phagus crenatus Payk. Von Raritäten ist zu nennen *Agonum Mannerheimi* Dej.

Auf der anderen Seite möge erwähnt werden, daß von denjenigen 31 umgefallenen Fichten, an denen ich das Vorkommen von *Olisthaerus substriatus* mit insgesamt 46 Begleitarten notiert habe, in 11 auch *Pytho kolvensis* und in 14 *Harminius undulatus* hauste. Recht häufige Arten waren ferner *Baptolinus pilicornis* Payk., *Ostoma ferruginea* L., *Dendrophagus crenatus* Payk., *Leptusa pulchella* Mannh., *Atheta arcana* Er. und *Euplectus Karsteni* Reich., dagegen wurde *Pytho depressus* L., der doch im allgemeinen als eine viel häufigere Art im Vergleich zu *P. kolvensis* zu gelten hat, nur viermal angetroffen. Darum durfte ich die Auffindung des *Olisthaerus substriatus* in liegenden Fichten in Gegenden, wo im allgemeinen auch *Pytho kolvensis* vorkommt, als ein gutes Wahrzeichen für die Auffindung der letzten Art deuten.

Die *Pytho abieticola*-Fichten sind verhältnismäßig schlanke, gebrochene und hoch über dem Erdboden in schräger Stellung liegende Bruchmoorfichten mit meistens ziemlich dürftigem Begleitartenbestand. Diese Gruppe ist in meinen Aufzeichnungen nur durch 8 Bäume vertreten, es verdient aber vielleicht erwähnt zu werden, daß in vier von diesen neben der Typenart *Pytho abieticola* J. Sahlb. auch *Orchesia fasciata* Ill. angetroffen wurde. (Den typischen *abieticola*-Fichten habe ich nicht diejenigen Bäume zugerechnet, die nachstehend unter der Bezeichnung *Zilora*-Fichten als letzte Gruppe zur Sprache genommen werden und an welchen auch *Pytho abieticola* vorgenommen ist, in solchen Fällen, wenn sie den allgemeinen Bedingungen der *abieticola*-Fichten in bezug auf den Standort und die Beschaffenheit der Bäume entsprochen haben.)

Die *Zilora*-Fichten wurden nach den hiesigen zwei sehr eng verwandten Vertretern dieser Familie der Serropalpiden zufallenden Gattung, Z. *ferruginea* Payk. und Z. *elongata* J. Sahlb. benannt. Beide zeigen in ihrem Auftreten keinen nennenswerten Unterschied und können darum gemeinsam behandelt werden. Die typischen *Zilora*-Fichten sind Bäume, deren Stämme obligatorisch von dem kleinen, in Form von dachziegelartig gestellten Lappen wachsenden Pilz *Coriolus abietinus* (Dicks.) Quel. (= *Hansenia abietina)* befallen sind und sich bereits in beginnender Vermorschung befinden. Meine Kartei enthält Vermerke über 27 solcher liegenden Fichten, in denen *Ziloren* gelebt haben. Der Begleitartenbestand umfaßt insgesamt 40 Arten. Ein ziemlich regelmäßiger Bewohner jener Bäume ist *Cis punctulatus* Gyll., sehr oft findet man auch *Harminius undulatus* Due G. und *Xylita livida* C. Sahlb. Auch folgende Arten haben sich ziemlich häufig ergeben: *Dendrophagus crenatus* Payk., *Pytho abieticola* J. Sahlb., *Olisthaerus substriatus* Gyll., *Atheta arcana* Er. und *Abdera triguttata* Gyll. Von besonderen, bei uns ziemlich großen Seltenheiten mögen auch erwähnt werden *Coryphium angusticolle* Steph., *Dadobia immersa* Er., *Stichoglossa prolixa* Grav., *Oligota apicata* Er., *Corticaria longicornis* Hbst. und *Orchesia fasciata* Ill.

Untersuchen wir hinwieder diejenigen vom *Coriolus abietinus*-Pilz befallenen liegenden Fichten von der hier erörterten Beschaffenheit — 32 an der Zahl, — an denen ich *Cis punctulatus* Gyll. als Bewohner notiert habe, mit insgesamt 53 Arten im Begleitartenbestand, so war in 14 Fällen auch *Zilora ferruginea* Payk. zugegen, in 3 Fällen Z. *elongata* J. Sahlb.,

in 10 Fällen *Harminius undulatus* Due G. und in 9 Fällen *Xylita livida* C. SAHLB. Recht oft vorkommende Arten waren auch *Euplectus Karsteni* REICH., *Crypturgus hispidulus* THOMS., *Leptusa pulchella* MANNH., *Pytho abieticola* J. SAHLB. und *Dendrophagus crenatus* PAYK., hin und wieder wurden gefunden *Atheta arcana* ER., *Olisthaerus substriatus* GYLL., *Dadobia immersa* ER., *Abdera 3-guttata* GYLL., u. a. — In 13 ähnlichen umgefallenen Fichten mit *Xylita livida* C. SAHLB. habe ich in 8 Fällen auch *Cis punctulatus* GYLL., in 6 Fällen *Zilora elongata* J. SAHLB., in 4 Fällen *Z. ferruginea* PAYK. und *Harminius undulatus* Due G. angetroffen, usf. Also: jedesmal, wenn ich in einer solchen Fichte dem *Cis punctulatus* begegnet bin, habe ich dies als eine Art Zeichen davon deuten dürfen, daß ich — im Rahmen der betreffenden Verbreitungsgebiete in unserem Lande — recht wahrscheinlich auch auf eine von den beiden *Zilora*-Arten oder *Xylita livida* stoßen würde.

Oben sind nur einige ganz willkürlich gewählte Beispiele vorgeführt worden, die sich auf meine Erfahrung und meine eingangs erörterte Kartei gründen. Ich habe bewußt keine Prozentzahlen anführen wollen, weil mein Material doch immerhin so knapp und uneinheitlich ist, daß solche wahrscheinlich nur in die Irre führen würden. Ich glaube aber, daß, wenn sich jemand einmal die Mühe nehmen würde, diesen Umständen mittels Analysen und statistischer Berechnungen nachzugehen, wohl dies und jenes Interessante über die in Frage stehenden Insektengemeinschaften und deren Charakterarten an den Tag kommen würde, sowie, daß es vielleicht möglich wäre, nach diesen Charakterarten zu benennende Typen der Insektengemeinschaften zum praktischen Nutzen des Forschers auch in den allgemeineren Gebrauch einzuführen.

Literatur

CAJANDER, A. K., Über Waldtypen. Acta forestalia fennica 1, p. 1—175, 1909.

CAJANDER, A. K. und ILVESSALO, YRJÖ, Über Waldtypen II. Acta forestalia fennica 20, p. 1—77, 1921.

SAALAS, UUNIO, Die Fichtenkäfer Finnlands I—II. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A. AIII, 1, p. 1—547, 1917 und A. XXII, 1, p. 1—748, 1923.

SAALAS, UUNIO, Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä (ref. Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands). Acta forestalia fennica 10, p. 1—415, 1919.

Über Krankheitsbegriff, Disposition und Vorbeugung im Forstschutz

Von

ERWIN SCHIMITSCHEK, Wien

Der Forstschutz befaßt sich einerseits mit krankhaften Erscheinungen bei den einzelnen Holzarten, bei ganzen Beständen und Erkrankungen ganzer Lebensgemeinschaften, andererseits mit der Verhütung der Walderkrankungen, der Ausschaltung der Krankheitsursachen und der Bekämpfung der Waldkrankheiten.

Um eine zweckvolle Waldhygiene zu erreichen, ist es notwendig, sowohl die Voraussetzungen für das gesunde Leben der Waldpflanzen, wie auch die Umstände und Ursachen zu kennen, die zur Erkrankung der Holzarten und zur Erkrankung ganzer Lebensgemeinschaften führen. Es ist daher zweckvoll und berechtigt, sich mit dem Krankheitsbegriff und den Krankheitsursachen des Naturwaldes und des Forstes zu befassen.

Das Leben äußert sich im Wachstum, in der Anpassung an die Umwelt und in der Fortpflanzung. Weder das gesunde, noch das kranke Leben des Einzelwesens kann losgelöst von der gesamten Umwelt, mit der es in unzähligen Beziehungen steht, betrachtet werden. Es muß daher auch das Leben einer Bevölkerung, einer Lebensgemeinschaft unter dem Gesichtswinkel der zahlreichen Verknüpfungen ins Auge gefaßt werden, die die Einzelglieder untereinander verbinden und auch der Einfluß der gegebenen Bedingungen der unbelebten Umwelt berücksichtigt werden.

Die Gesundheit des Einzelwesens ist dadurch gekennzeichnet, daß alle seine Organe ungestört tätig sind und harmonisch zur Erhaltung des ganzen Wesens zusammenwirken, sowie seine Fortpflanzung gewährleisten. Die Gesundheit einer ganzen Bevölkerung ist dann gegeben, wenn sie in der Lage ist, einen ihr zusagenden und von ihr besiedelten Wohnraum zumindest fortlaufend zu behaupten, so daß die Nachhaltigkeit ihres Bestandes gesichert ist. Eine Lebensgemeinschaft können wir als gesund betrachten, wenn sich das ganze System in einem harmonischen Zustand befindet und wenn sie in ihrer Zusammensetzung den gegebenen natürlichen Umweltverhältnissen entspricht. Überdies gehört zweifellos zum Begriffe der Gesundheit, daß sich sowohl das Einzelwesen, die Bevölkerung und besonders die Lebensgemeinschaft eines Standortes, natürlichen Änderungen der Umwelt, in bestimmten Grenzen anzupassen vermag. Die gesunde Lebensgemeinschaft wird ihre Zusammensetzung, diesen natürlichen Änderungen entsprechend, dynamisch regeln. Durch Selbstregulierung wird sie sich in harmonischem Zustande erhalten, und so den natürlichen Lebensbedingungen, die der Standort bietet und dem biologischen Fassungsvermögen des Raumes sich anpassen. (So z. B. wird sich nach der Besiedlung eines Rohbodens, mit Besserung der Bodenverhältnisse die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft ändern.)

Das gesunde Leben kann verschiedene Störungen erfahren. Die Auswirkung solcher Störung bezeichnen wir als Krankheit. Sie ist also eine Störung des gesunden Lebenszustandes. Sie kann eine Störung der gesunden Entwicklung sein oder aber die Lebensvorgänge stören, aber auch eine Störung des normalen, gesunden Lebensablaufes bedingen. Die Krankheit wird durch irgendwelche Ursachen hervorgerufen. Sie kann ein Einzelwesen ergreifen, sie kann ganze Bevölkerungen (Bestände) betreffen, wie auch ganze Lebensgemeinschaften erfassen. Auswirkung und Erscheinungsbild der Krankheit können natürlich sehr verschieden sein.

Die gesunde, normale Entwicklung eines Lebewesens äußert sich in dem normalen äußeren Erscheinungsbild desselben, im normalen Bau seiner Organe, in deren normaler Funktion sowie dem harmonischen Zusammenwirken. Störungen der normalen Entwicklung des Baues können Veränderungen bedingen, die als Mißbildungen in Erscheinung treten. Solche Mißbildungen können eine abnormale Änderung der äußeren Gestalt oder einzelner Teile derselben, ebenso wie abnormale Bildungen der einzelnen inne-

ren Organe betreffen. Diese Bildungsabweichungen und die Verbildungen einzelner Organe können, aber müssen nicht das Leben des Lebewesens bedrohen. Sie können es aber in den Zustand einer geringeren Widerstandsfähigkeit versetzen oder aber auch die Funktion einzelner Organe ganz ausschalten. So z. B. ergeben die durch Milben verbildeten Blütenstände oder Früchte keine Samen *(Eriophyes fraxini, Eriophyes triradiatus).* Mißbildungen können durch sehr verschiedene Ursachen bedingt werden, so durch Insekten, Pilze, Bakterien, Viren, mechanische Einwirkungen usw. Auch die Bänderung, der Bandwuchs von Fichtentrieben, Hexenbesen, die durch Anhäufung von Knospen entstehen, gehören hierher.

Wesentlich größeres Gewicht haben jene Krankheiten, die eine vorübergehende oder dauernde Störung der Lebensvorgänge und damit eine vorübergehende oder dauernde Schädigung des ganzen Lebewesens oder doch wichtiger Teile desselben bewirken. Diese Krankheiten im engeren Wortsinne, bedeuten eine Gefahr für die Erhaltung des Lebens des Einzelwesens.

Die Krankheit kann eine vorübergehende Störung und Gefährdung des Lebens bewirken. Das Lebewesen, das ganz oder von dem nur ein Organ erkrankt ist, kann die Krankheit überwinden, und es kann dann wieder gesundes Leben eintreten, ohne daß Folgen der Krankheit zurückbleiben. Die Krankheit kann aber auch einen nicht reversiblen Zustand, eine dauernde Störung des gesunden Lebens herbeiführen. Es kann eine Lebensfunktion, z. B. die Fortpflanzung dauernd ausgeschaltet werden, oder die Störung kann auch eine Kürzung der Lebensdauer bewirken und zu einem zu frühen Tod führen, der weit vor der Erreichung der natürlichen, physiologischen und der gegebenen Umwelt entsprechenden Altersgrenze der Art eintritt. Der Grad der Gefährdung des Lebens hängt von der Art der Erkrankung ab und insbesondere davon, auf welche Organe sie sich erstreckt und wie sie sich ausbreitet.

Als Krankheiten sind auch jene Störungen aufzufassen, die das natürliche, der gegebenen Wohnwelt (Standort) entsprechende Gefüge einer Bevölkerung oder das naturgemäße, dem jeweiligen Standort entsprechende Gefüge einer Lebensgemeinschaft erschüttern. (So z. B. bedingt durch die standortfremde Monokultur, den Anbau einer Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, standortfremde Holzartenzusammensetzung, Entfernung der Sträucher, Entfernung der Feldraine, der Feldgehölze usw.)

Es ist eine vordringliche Aufgabe des Forstschutzes, nicht nur die Krankheitsarten, sondern auch die Krankheitsursachen zu erforschen, um aus dieser Erkenntnis heraus nicht nur die einmal eingetretene Krankheit erfolgreich bekämpfen, d. h. heilen zu können, sondern wie es ESCHERICH verlangt, vielmehr durch Ausschaltung der die Krankheit auslösenden Umstände, das Auftreten der Krankheit von vornherein zu verhüten.

Die Krankheit kann sich, wie bereits erwähnt, — betrachtet man das Einzelwesen — auf das ganze Lebewesen oder auf einzelne Teile desselben auswirken. Ein kurzer Überblick möge dies veranschaulichen:

Ernährungskrankheiten: sie können z. B. ihre Ursache in unzureichenden chemischen, physikalischen oder biologischen Bodenverhältnissen haben. Störung des Wasserhaushaltes durch Dürre, übermäßige

Verdunstung führt dazu, daß der physiologisch notwendige Wasserbedarf nicht befriedigt wird: es treten dann Dürreschäden und Folgekrankheiten auf.

Erkrankungen des Assimilationssystems: (Pilzbefall, Fraß durch Insekten usw.)

Erkrankungen von Organsystemen oder einzelnen Organen: (z. B. Erkrankungen des Systems der Wasserleitung, des Kambiums z. B. durch Pilze (*Graphium*), durch Insektenbefall *(Dendromyza)* usw.) Erkrankungen der Blätter, Blüten, Früchte.

Zellkrankheiten.

Infektionskrankheiten.

Die durch die Erkrankung eingetretenen Veränderungen der Organe, morphologische Veränderungen, Mißbildungen sind Gegenstand einer pathologischen Pflanzenmorphologie und Anatomie.

Die Erfassung der Zustände der erkrankten Zellen und Gewebe sind Gegenstand der pathologischen Pflanzenhistologie.

Zellchemie und Zellphysik haben sich mit den krankhaften Veränderungen der Zelle zu beschäftigen.

Aufgabe der Physiologie ist es, sich mit den krankhaften Abweichungen der Funktion des erkrankten Lebewesens, bzw. einzelner Teile desselben, zu befassen.

Die Mikrobiologie hat die Erforschung der Infektionskrankheiten (Mykosen, Bakteriosen, Virosen) zur Aufgabe. (Pflanzenpathologie im engeren Sinne des Wortes.)

Die angewandte Zoologie befaßt sich mit den durch Insekten (angewandte Entomologie) und andere Tiere verursachten Krankheiten.

Aufgabe der pathologischen Biocönologie ist es, sich mit den Erkrankungen ganzer Lebensgemeinschaften zu befassen. Hierher gehören jene Studien, die sich mit der Erkrankung des ganzen Bestandes, des Bodens (pathologische Bodenbiologie) und weiter gegriffen, des ganzen Standortes (pathologische Ökologie) befassen.

Die Zusammenschau ergibt dann die Erkenntnis der Krankheitsursachen und weiter, die Wege der Verhütung, also die Waldhygiene.

Die Frage der Krankheitsentstehung

Ein in seinem natürlichen Lebensraum sich befindendes Lebewesen erfährt eine Störung — also Erkrankung — durch Reizwirkungen, die dann zu Schädigungen führen, wenn sie das Ausmaß normaler Reize, die im Bereiche der ökologischen Valenz der Art liegen, unter- oder überschreiten. Ebenso wird eine Schädigung dann eintreten, wenn sich das Maß (bzw. Gewicht) der Reize häufig (gehäuft) an der Grenze des für das Lebewesen Erträglichen bewegt. Je weiter sich das Maß des Reizes vom Optimum, das der Art bzw. der Rasse zukommt, entfernt, desto rascher und vehementer tritt die Krankheit und der Schadensgrad in Erscheinung. Wenn sich die Reize am Rande des gerade noch Erträglichen bewegen, ist die Schädigung eine oft langsam ablaufende, oft erst bei verstärktem Anstoß plötzlich in Erscheinung tretende (vgl. das sogenannte „Tannensterben" im Randgebiete des natürlichen Verbreitungsgebietes der Tanne, wo dieses an das Eichen-Hainbuchenklima angrenzt oder auch die Dürreschäden und deren Folgeerscheinungen im warmtrockenen künstlichen Picetum).

Eine in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet befindliche Pflanze wird durch Starrfröste oder Früh- und Spätfröste dann geschädigt, wenn diese ein Maß erreichen, das außerhalb der ökologischen Valenz der Art (Rasse) liegt.

Im künstlichen Verbreitungsgebiet einer Pflanzenart können dauernde Reizschäden auftreten, die eine Krankheitsbereitschaft bzw. Schädigung bedingen (z. B. Feuchtigkeitsmangel, Feuchtigkeitsüberschuß, Wärmemangel oder Wärmeüberschuß, übermäßige Verdunstung usw.). Diese Schädigungen werden sich in extremen Witterungsperioden besonders steigern (1945—1950).

Im Optimum des natürlichen Verbreitungsgebietes einer Pflanzenart halten sich in der Regel alle Reize in jenen Größenordnungen, die nicht nur innerhalb der ökologischen Valenz der Art liegen, sondern die am zuträglichsten sind. Dies bedingt, daß sich die Pflanzenart in der besten Verfassung befindet. In diesem Optimum sind nun andererseits die Umweltbedingungen für die meisten Schädlinge (Insekten, Pilze usw.) in der Regel ungünstig. Die Anpassung an die Lebensbedingungen der Umwelt ist im Optimum des geographischen Verbreitungsgebietes einer Holzart weitgehend erreicht; die Umweltbedingungen entsprechen weitgehend den physiologischen Ansprüchen der Holzart. Ihren Schädlingen gegenüber liegt hingegen — bei ungestörten Verhältnissen — ein Maximum des Umweltwiderstandes vor. Mit anderen Worten, die Pflanze befindet sich in ihrem Optimum in gesündester Verfassung und damit größter Lebenskraft und Widerstandskraft. Die Angriffe, die sich aus der Umwelt ergeben, sind im Minimum.

Wie das Einzelwesen im Optimum, in naturgegebener Umwelt, sein bestes Gedeihen und seine größte natürliche Widerstandskraft besitzt, so gilt dies auch für die Bevölkerung einer Art. Ebenso wird eine Lebensgemeinschaft dann das Maß größter Harmonie, also Gesundheit, besitzen, wenn sie also natürlich optimal aufgebaut ist. Jede Abweichung vom naturhaften und naturgemäßen Aufbau einer Lebensgemeinschaft (wie auch einer Bevölkerung) bedingt eine Störung, die früher oder später krankhafte Zustände herbeiführt. So die Monokultur von Nadelhölzern im naturgemäßen Laub- oder Mischwaldgebiet.

Jede Abweichung vom naturhaften, naturgemäßen Zustand muß beim Einzelwesen, bei einer Bevölkerung und bei einer Lebensgemeinschaft eine Schwächung und damit eine erhöhte Krankheitsbereitschaft — Disposition — auslösen.

Das Einzelwesen, die Bevölkerung und die Lebensgemeinschaft haben unter optimalen Bedingungen (natürlichen Bedingungen) das Mindestmaß an Krankheitsbereitschaft. Die „Krankheit" tritt unter ungestörten natürlichen Verhältnissen in der Regel erst als Alterserscheinung naturgemäß in ihre Rechte und darf in diesem Zusammenhange nicht als Krankheit, sondern als Leben (im weitesten Wortsinne) betrachtet werden. Bei dieser Betrachtungsweise muß man sich vom menschlichen Nützlichkeitsstandpunkte und von der Vermenschlichung der Betrachtung freimachen und das Geschehen in der Natur an sich erfassen.

Doch kehren wir zurück zum zweckbedingten Forstschutz und der eben angeschnittenen Frage der Krankheitsbereitschaft oder

Disposition. Durch jede, wie immer bedingte Schwächung der Holzart wird ihre Anfälligkeit gegenüber Krankheiten wesentlich gesteigert. Es wird damit eine erhöhte innere Bereitschaft zur Möglichkeit der Entstehung von Krankheiten geschaffen, eine Disposition. Die inneren Voraussetzungen (Bedingungen) für die Entstehung einer Krankheit sind gesteigert und damit wird die Anfälligkeit des Lebewesens vergrößert. Die Gesamtwiderstandskraft des ganzen Organismus gegen Schädigungen wird in verschiedenem Grade herabgemindert. Es entsteht ein Zustand geringerer Leistung und geringerer Widerstandskraft.

Die Krankheitsbereitschaft kann das Einzelwesen, eine Bevölkerung, ja auch eine ganze Lebensgemeinschaft erfassen.

Diese Disposition, die sich in herabgeminderter Widerstandskraft und erhöhter Anfälligkeit äußert, kann ererbt, individuell angeboren oder aber auch erworben (umweltbedingt) sein. So haben z. B. manche Rassen von Apfelbäumen eine hohe, andere eine geringe Blutlausfestigkeit. Es hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß hoch gezüchtete Sorten der Kanadapappel besonders pilzanfällig sind. Die Anfälligkeit der verschiedenen Kiefernrassen der *Pinus silvestris* gegenüber *Evetria buoliana* ist sehr verschieden, wie die Kiefernherkunftsversuche in Chorin zeigten. Im Marchfelde ist die Weißkiefer gegenüber *Evetria buoliana* viel anfälliger als die Schwarzkiefer. Die Anfälligkeit der Weymouthskiefer gegenüber dem Kiefernblasenrost ist viel größer als die unserer heimischen Kiefernarten.

Die Anfälligkeit kann aber auch erworben werden, z. B. durch die Ungunst der Umweltbedingungen. Im Marchfelde sind sowohl *Pinus silvestris* wie *Pinus nigra* nicht heimisch, in Thrakien ist *Pinus halepensis* nicht heimisch, aber künstlich eingebracht. An diesen Standorten sind die genannten Kiefernarten ungemein anfällig gegen *Brunchorstia pini*, besonders nach harten Wintern oder warm-trockenen Witterungsperioden.

Wie das Einzelwesen können auch die Bevölkerung und die Lebensgemeinschaft eine besondere Krankheitsbereitschaft haben. Solche werden besonders durch unnatürliche Wirtschaftsmaßnahmen bedingt, die zu Massenvermehrungen verschiedener Schadinsekten führen.

Nachfolgend sei die Frage der Krankheitsbereitschaft eingehender und grundsätzlich erörtert.

Die Krankheitsbereitschaft (Disposition) kann verschiedenen Ursachen entspringen:

1. Krankheitsbereitschaft aus inneren, natürlichen Ursachen;
2. Krankheitsbereitschaft aus äußeren, natürlichen Ursachen;
3. Krankheitsbereitschaft aus widernatürlichen menschlichen Kulturmaßnahmen (pathologische Disposition in unserem Sinne).

Bereits die Pflanzenpathologie der Deutschen Romantik hatte die Bedeutung der Disposition für die Auslösung der Krankheit erkannt. Noch in der Spätromantik, wo schon die Infektionstheorie aufgenommen wurde, „hält man daran fest, daß die Konstitutionen von Universum, Pflanzenart und Einzelwesen, zusammen mit den prädisponierenden Momenten erst die erfolgreiche Infektion möglich machen“ (Wehnelt). Die „Prädisposition“ der Romantik lebt, richtig gesehen, in unserem heutigen Begriff der Krankheitsbereitschaft fort.

1. Krankheitsbereitschaft aus inneren natürlichen Ursachen

Als Beispiele seien nur angeführt: die Art- und Rassedisposition, die Organdisposition und Entwicklungszustandsdisposition und die Altersstufendisposition.

a) Art- und Rassedisposition

Die Artdisposition äußert sich darin, daß verschiedene Pflanzenarten gegenüber gemeinsamen Krankheiten und Schädlingen eine verschieden große Anfälligkeit besitzen können. Das gleiche gilt für verschiedene Rassen ein und derselben Pflanzenart.

So zeigen z. B. verschiedene Kiefernarten am gleichen Standort eine sehr verschiedene Anfälligkeit gegenüber *Evetria buoliana*. Im Marchfelde wird, wie bereits vorne erwähnt, die Weißkiefer viel stärker vom Knospentriebwickler befallen als die Schwarzkiefer.

Deutliche Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber verschiedenen Schädlingen zeigen auch die Weidenarten im Gebiete der Donauauen, im Burgenland und im Ennstale. So ist z. B. *Salix americana* besonders anfällig gegenüber *Caliroa annulipes*, während *S. viminalis belgié* völlig verschont blieb.

Hochgezüchtete Sorten der Kanadapappel sind am gleichen Standort gegenüber Pilzbefall viel anfälliger als nicht hochgezüchtete Sorten.

b) Entwicklungszustandsdisposition und Organdisposition

Diese Form der Krankheitsbereitschaft ist durch den besonderen Bau und Zustand bestimmter Gewebe und Organe gegeben.

Durch Gallmücken und Gallwespen können Gallen nur in bildungsfähigem Gewebe entstehen; also in einem Gewebe, das sein Wachstum noch nicht abgeschlossen hat. Disponiert für Gallbildungen im angeführten Sinne sind z. B. das Cambium, im Wachstum befindliche Assimilationsorgane, Blüten, Früchte in ihrer Entwicklung, Wurzeln. Keinesfalls aber können solche Gallen z. B. im Holzkörper entstehen.

c) Altersdisposition bzw. Altersstufendisposition

In den einzelnen Lebensaltern liegen, den einzelnen Altersstufen entsprechende, spezifische Krankheitsbereitschaften vor. Sie sind in den physiologischen Wachtstumsvorgängen und Alterszuständen begründet. Wie beim Menschen, so finden sich auch bei der Pflanze typische, den einzelnen Altersstufen eigene Krankheiten. Wie der Mensch, so hat auch die Pflanze während ihres Lebens verschiedene, gefährliche Altersstufen — „kritische Altersstufen". Wie der Mensch hat auch die Pflanze gefährliche Säuglingskrankheiten, Kinderkrankheiten usw. zu gewärtigen, bis sich schließlich und endlich, bei Erreichung der der betreffenden Art am gegebenen Standort entsprechenden physiologischen Altersgrenze, die Alterskrankheiten einstellen.

Der physiologisch bedingten Disposition des Keimlings entsprechen die Keimlingskrankheiten wie z. B. *Fusoma parasitica*, *Phytophthora omnivora*, *Pestalozzia Hartigii;* Krankheiten, die späteren Altersstufen ungefährlich sind; ebenso Keimlingsschädlinge wie z. B. Erdeulenraupen.

Ähnlich ist die Kiefernschütte, *Lophodermium pinastri*, für die junge Kiefernpflanze eine gefährliche, tödliche Krankheit, hingegen in den späteren, höheren Lebensaltern ohne Gefahr für das Leben der Kiefer.

Tetranychus ununguis kann nur ganz jungen Nadelholzpflanzen gefährlich werden und ist in den späteren Altersstufen nicht lebensbedrohend.

Lophyrus sertifer ist ein gefährlicher Schädling der Kiefer besonders in der 1. und 2. Altersklasse; mit zunehmendem Alter des Bestandes hingegen nimmt die Gefährdung durch diesen Schädling ab.

Stangenhölzer, mittelalte und Altbestände, können durch Nonne, Kieferneule, Kiefernspanner, Kiefernspinner totgefressen werden.

Man könnte diese wenigen Beispiele beliebig vermehren. Schon die deutschen Namen mancher Schädlinge kennzeichnen, daß sie vorzüglich an bestimmte Altersstufen gebunden sind wie: Kiefernkulturpissodes, Kiefernstangenpissodes, Kiefernaltholzpissodes, Kiefernkulturgespinstblattwespe usw.

Nähert sich die Holzart ihrem physiologisch gegebenen Alterstode, so treten die Krankheiten, die diesem physiologischen Zustande eigen sind, in ihre Rechte. Es sind dies Borkenkäfer, Bockkäfer, *Pissodes, Trametes, Agaricus*. Es sind dies Krankheiten, die im ungestörten Naturgeschehen eine ganz naturgemäße Erscheinung sind. In diesem Sinne hat der Gedanke der Romantik „Krankheit ist Leben" seine Berechtigung. Jedenfalls ist es sicherstehend, daß im ungestörten Naturgeschehen, soweit es nicht durch den Menschen beeinflußt wurde, Krankheit auch als eine Form des Lebens betrachtet werden kann und muß. Sie tritt als Regler der Bevölkerungsdichte, als Regler für die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft auf. Man darf nicht übersehen, daß die Krankheitserreger, ebenso wie die Pflanzenfresser aller Tiergruppen, Glieder der Lebensgemeinschaft sind.

2. Krankheitsbereitschaft aus natürlichen äußeren Ursachen

Man kann zwischen natürlicher und zwischen widernatürlich gegebener Krankheitsbereitschaft unterscheiden. Letztere soll im nächsten Abschnitt besprochen werden.

Krankheitsbereitschaft aus natürlichen äußeren Ursachen wird z. B. durch besondere Standortverhältnisse ausgelöst. Sie wird im Folgenden kurz natürliche Standortdisposition genannt. Im Bereiche des natürlichen Verbreitungsgebietes einer Holzart und unter natürlichen biocönotischen Verhältnissen kommt den verschiedenen Standorten auch ein unterschiedlicher Grad natürlichen Umweltwiderstandes zu. Im Optimum bestimmter Holzarten liegen Örtlichkeiten herabgeminderten Umweltwiderstandes, z. B. für die Fichte auf Steinriegeln, bei ungünstigen Bodenverhältnissen usw. in Föhnanprallgebieten (Nordkette bei Innsbruck) vor. Durch den geringen Umweltwiderstand — dadurch gegeben, daß die physiologischen Ansprüche der Holzart hier nicht optimal befriedigt werden — ergibt sich eine erhöhte Krankheitsbereitschaft.

In den Grenzgebieten, den Randzonen des natürlichen Verbreitungsgebietes einer Holzart, ergibt sich auch bei naturgemäßem Bestandesaufbau aus den für diese nicht mehr optimalen Umweltverhältnissen (z. B. Klima, Witterung) unter Umständen eine gesteigerte Krankheitsbereitschaft (z. B. bei der Tanne: *Agaricus melleus*, Tannentrieblaus, Tannentriebwickler,

Pissodes, Borkenkäfer; und zwar in jenen Gebieten, wo das natürliche Verbreitungsgebiet der Tanne in den natürlichen Eichen-Hainbuchenwald übergeht). In solchen Gebieten werden die physiologischen Ansprüche der Holzart in besonders warmen und trockenen Klimaperioden nicht mehr befriedigt. Dort ist auch die natürliche Lebensdauer gegenüber dem Optimum wesentlich verkürzt. Die Alterserscheinungen treten frühzeitig ein (z. B. bei der Tanne in den Thermalalpen und im südöstlichen Wienerwald).

3. Krankheitsbereitschaft aus widernatürlichen äußeren Ursachen

a) durch Gifte

Rauchschäden, hervorgerufen durch schwefelige Säure oder andere Ursachen, bewirken eine direkte physiologische Schädigung der Holzarten und des Bodens. Überdies werden sie durch den kränkelnden, geschwächten Zustand auch sehr anfällig gegen Angriffe von Insekten, wie z. B. die Fichte, die besonders durch *Pissodes harcyniae, Pissodes scabricollis* und Borkenkäfer befallen wird.

b) Krankheitsbereitschaft durch widernatürliche menschliche Kulturmaßnahmen

Widernatürliche menschliche Kulturmaßnahmen führen zu Umweltverhältnissen, die einerseits eine Schwächung der Pflanze (sowohl des Einzelwesens, wie ganzer Bestände und Lebensgemeinschaften) bedingen, andererseits eine wesentliche Herabminderung und zeitweise Ausschaltung des den Schadinsekten entgegenwirkenden natürlichen Umweltwiderstandes bewirken.

Es sei vorerst eine kurze Übersicht, die durchaus nicht erschöpfend sein soll, über derartige Maßnahmen gegeben:

a) Anbau einer Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, unter Umweltbedingungen, die die physiologischen Ansprüche der betreffenden Holzart nicht voll befriedigen.
b) Einseitige Begünstigung der Nadelhölzer in den natürlichen Laubwald- und Mischwaldzonen, sowie in bestimmten Standorten des natürlichen Verbreitungsgebietes (z. B. in der warmen Hangzone).
c) Monokultur.
d) Unnatürliche Holzartenzusammensetzung des Bestandes.
e) Kahlschlagwirtschaft, insbesondere Großkahlschlagwirtschaft.
f) Landwirtschaftlicher Zwischenbau.
g) Gänzliche Kulturumwandlung.
h) Waldweide, Überstoßung der Almweiden.

Die Kultur einer Holzart außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, insbesondere in Monokultur, oder die Monokultur von Nadelhölzern im natürlichen Laubwald- oder Mischwaldgebiete erfolgt nie ungestraft. Die Folgen sind immer wiederkehrende Massenvermehrungen eines oder des anderen Schädlings dieser Holzart und gehäufte, in kurzen Zeitabständen sich wiederholende Massenvermehrungen aller jener Schädlinge, für die in dem betreffenden Gebiete günstige klimatische Bedingungen vorliegen oder zeitweise auftreten. So konnte nachgewiesen werden (Schimitschek 1942),

daß in Böhmen, Mähren, Schlesien die Gebiete der umfangreichen Massenvermehrungen der Nonne fast durchwegs in den Gebieten der natürlichen Kiefern-Eichenwaldgesellschaften und der ursprünglichen Tannen-Buchenwaldgesellschaften, an deren Stelle künstliche, reine Fichtenbestände begründet wurden, liegen. Dies gilt im Großen auch für die Massenvermehrungen der Nonne in Österreich, so z. B. im Waldviertel 1948/49.

Ähnlich konnte nachgewiesen werden (Schimitschek 1942), daß Massenvermehrungen von *Lophyrus pini* und *L. sertifer* in großem Ausmaße und in großer Ausdehnung besonders in künstlichen Kiefernwäldern, die auf ursprünglichen Laubholzböden geschaffen wurden, auftreten und daß die Umwandlung der Laubholzgesellschaften in reine Kiefernbestände ursächlich zum Zustandekommen dieser Gradationen beitragen muß.

Bei einseitiger Begünstigung der Nadelhölzer in der natürlichen Mischwald- und bei künstlicher Einbringung der Nadelhölzer in der natürlichen Laubwaldzone bedingen Ursachenverkettungen (Klima, Witterung, Verdunstung, Pilze, Massenauftreten verschiedener Schädlinge) schwerste Substanzverluste.

Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß die Borkenkäferkalamität 1945—1949 in Niederösterreich sich ganz besonders im künstlichen Picetum ausgewirkt hat. Hier sind umfangreiche Fichtenmonokulturen aller Altersklassen von *Ips typographus* befallen worden. Im künstlichen Picetum betrug der durch Borkenkäfer 1946—1949 verursachte Holzmassenanfall in Niederösterreich 8.74 fm je Hektar Fichtenwaldfläche, im natürlichen Verbreitungsgebiete der Fichte hingegen nur bis 3.6 fm je Hektar Fichtenwaldfläche.

In gleicher Weise traten umfangreiche Schäden durch Pilze an Fichte und Kiefer in den standortfremden Monokulturen des künstlichen Picetums und des künstlichen Kiefernanbaugebietes in Niederösterreich auf. Allein im Jahre 1948 wurden 3530 fm Fichte durch *Hallimasch* und 15 020 fm Schwarz- und Weißkiefer durch *Brunchorstia pini* zum Absterben gebracht.

Die Disposition an sich wird durch die der betreffenden Holzart nicht entsprechenden Umweltbedingungen bewirkt, diese Krankheitsbereitschaft erfährt in warm-trockenen Klimaperioden (so z. B. 1947, oder durch die Hitzeperiode 1950) eine besondere Steigerung. Es kommt sowohl zu Massenvermehrungen von tierischen, wie zu seuchenhafter Ausbreitung pilzlicher Schäden.

In ähnlicher Weise führt die einseitige Bevorzugung des Nadelholzes in der Mischwaldzone zu schweren physiologischen Störungen, zu auffallend in Erscheinung tretender Krankheitsbereitschaft. Es konnte nachgewiesen werden (1942), daß bei Begründung umfangreicher, reiner Tannenbestände im Randgebiete ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, wo dieses an das warm-trockene Eichen-Hainbuchengebiet angrenzt, eine besonders hohe Krankheitsbereitschaft der Tanne vorliegt, die sich in einer besonderen Anfälligkeit äußert; eine Verkettung von Ursachen (vgl. Schimitschek 1942) führt sodann zum Tode. In einem solchen Gebiete Niederösterreichs betrug der durch das Absterben der Tanne sich ergebende Massenanfall im Zeitraume 1946—1949 33 fm je Hektar Tannenwaldfläche, im Tannenoptimum hingegen bloß max 5.9 fm je Hektar Tannenwaldfläche.

Alle künstlichen, unnatürlichen Änderungen des natürlichen Gefüges von Lebensgemeinschaften bewirken nicht nur eine erhöhte Krankheitsbereitschaft der Einzelpflanze und der Population der einzelnen Art, sondern eine Erkrankung der gesamten Lebensgemeinschaft. Krankheitsbereitschaft der Pflanze und Erkrankung der Lebensgemeinschaft erreichen ihr Maximum in der standortfremden Monokultur. Dies gilt für alle Monokulturen, für die Forstwirtschaft, die Landwirtschaft und den Weinbau.

In gleicher Weise wie die standortfremde Monokultur die größte Krankheitsbereitschaft gegenüber Insekten und Pilzen besitzt, leidet sie auch am meisten durch anorganische Schäden. Die durch die Dürre 1947 bewirkten Dürreschäden wirkten sich in Niederösterreich besonders im künstlichen Picetum aus, ohne Berücksichtigung von Beständen der 1. Altersklasse starben hier durch die Dürreperiode 1947/48 insgesamt 33.312 fm Fichte ab. Die Julidürre 1950 führte im künstlichen Picetum nicht nur zu so starkem Nadelabfall, daß vielfach bis 75% der Nadeln ergriffen wurden, sondern auch zu seuchenhaftem Auftreten des Pilzes *Rhizophoma pini* an den geschwächten, disponierten Fichten.

In ähnlicher Weise liegt das Maximum der Rauhreifschäden in standortfremd aufgebauten Waldungen.

Die landwirtschaftliche Monokultur hat die Feldraine, die Sträucher, die Feldgehölze ausgerottet. Damit aber auch die Vogelwelt verringert, die Zwischenwirte für viele Parasiten ausgeschaltet, dem Rebhuhn Deckung und Äsung entzogen. Diese Umweltänderung führte zu gesteigerter Krankheitsbereitschaft, damit zu gewaltigen Ernteverlusten und Aufwendungen für die Schädlingsbekämpfung. Man denke nur an den Weinbau, Rübenbau usf.

Jegliche Monokultur, auch solche geringer Ausdehnung, trägt den Keim der erhöhten Krankheitsbereitschaft in sich. Es sei z. B. an die Windschutzstreifen südlich Wiens erinnert. Sie wurden zunächst als reine Pappelkulturen angelegt. Heute zeigen sie außerordentlichen Massenbefall durch *Saperda populnea* und *S. carcharias*, aber auch durch andere Schädlinge wie *Chalcoides aurata, Melasoma*-Arten, *Phyllobius, Polydrosus* usw.

Jede Kulturumwandlung läßt oft gleich zu ihrem Beginn erhöhte Disposition der standortfremden Kulturpflanze erkennen. Zunächst treten zahlreiche Residualschädlinge an der neuen Kulturpflanze auf. Es ist dies eine Feststellung, die man bei jeder Ödlandaufforstung und Aufforstung vorher landwirtschaftlich bestellter Flächen machen kann. So traten im Steinfelde an den Schwarzkiefernsaaten schwere Schäden durch *Agrotis exclammationis* L., *Plusia gamma* L., *Mamestra brassicae* L. und *Heliothis scutosa* Schiff auf; später durch *Cryptocephalus pini* und *Lophyrus sertifer* wie *Evetria buoliana*. In Thrakien stellte ich bei Ödlandkulturen an *Fraximus oxyphylla* var. *parvifolia* Massenauftreten von *Saturnia pyri* Schiff., *Deilephila lineata* F. var *livornica* Esp., und *Acherontia atropos* fest, an *Robinia pseudoccacia: Doralis fabae*.

Von besonderer, Disposition schaffender Bedeutung sind die Waldweide und die Überstoßung der Almweiden. Sie wirken umweltvernichtend und schaffen — stetig fortgesetzt — einen nicht mehr zu ursprünglichen, gesunden Verhältnissen rückführbaren Zustand. Dieser hat seinen deutlichen Ausdruck in der Bodenverschlechterung, Bodenvernichtung, Zunahme der

Lawinenschäden und schließlich und endlich im Waldrückgang, d. h. in der Herabdrückung der oberen Waldgrenze um 200 bis 400 m!

Eingehende Untersuchungen (Jahn, Schimitschek, Schrecktenthal) haben bewiesen, daß durch Waldweide und durch Überstoßung der Almweiden die bodenphysikalischen Eigenschaften völlig und zwar vernichtend verändert werden, damit sinkt in den verdichteten Böden der biologische Fassungsraum auf ein Minimum, so daß die Bodentierwelt nur mehr kümmerlichste Lebensbedingungen findet und praktisch verschwindet.

Die Waldweide führt zur physiologischen Schwächung und damit zu hoher Krankheitsbereitschaft der beweideten Bestände. Erschreckend tritt dies besonders in alpinen Gebieten in Erscheinung, so im Außerferngebiet in Tirol. Füglich führt die Waldweide nicht nur zum Verschwinden des Waldes, sondern auch der Grasnarbe und schließlich und endlich des Bodens selbst.

Derartige Weideschäden führen bis zur Bodenvernichtung, schaffen also einen irreversiblen Zustand. Sie wirken sich noch vernichtender aus als alle vorerwähnten naturfremden Kulturmaßnahmen. Bei der standortfremden Monokultur, bei widernatürlichen Änderungen der naturgemäßen Lebensgemeinschaft, kann die Lebensgemeinschaft durch Massenvermehrungen von Schädlingen, die das standortfremde Element vernichten, dem natürlichen, dem Standort entsprechenden Zustand zustreben. Diese Selbsthilfe (Selbstregulierung) hat sie aber bei Weideschäden, die bis zur Bodenvernichtung gehen, nicht. Am Ende der selbstsüchtigen, übertriebenen Weide steht die Verkarstung.

Gefühlsmäßig hat schon die Pflanzenkrankheitslehre der deutschen Romantik erkannt, daß naturfremde menschliche Kulturmaßnahmen das Auftreten von Pflanzenkrankheiten befördern. Sehr richtig erkannte man schon damals, daß der Mensch die natürlichen Lebensgemeinschaften zerstört und so „die Prädisposition zur Kulturpflanzenkrankheit" (Wehnelt) schafft. Es ist geistesgeschichtlich wichtig, daß die Pflanzenpathologie der Romantik bereits vor den umfangreichen Monokulturen warnt! (Sie kennt ja das Schuld-Sühne-Prinzip.) Dies erklärt sich aus dem Zeitgeist dieser Epoche deutscher Entwicklung, der den „Nutzwert" ablehnte. Die folgende Zeit — etwa die zweite Hälfte des verflossenen Jahrhunderts — hat uns einerseits wertvollste und klare Erkenntnisse naturwissenschaftlicher Tatsachen gebracht, andererseits aber hatte sie als Leitgedanken die Idee der anzustrebenden höchsten Rentabilität. Es sei nur in der Forstwirtschaft an Pressler und seine Schule erinnert. Diese Wirtschaftsidee hat dem Waldbild ihren Stempel aufgeprägt: so die unglückliche Schaffung umfangreicher Fichtenmonokulturen in der Mischwaldzone und der Laubwaldzone außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Fichte. Monokultur, Zerstörung der natürlichen Lebensgemeinschaften, Großkahlschlagwirtschaft usf. mit allen ihren verheerenden Folgen sind der sichtbare Ausdruck und die Hinterlassenschaft einer Weltanschauung, deren Ziel die rechnerisch höchste Bodenrente war. Sie hatte auf ihr Banner höchste Rentabilität, nicht aber höchste Produktivität und Erhaltung der Erzeugungskraft geschrieben, und glaubte, die Natur ungestraft vergewaltigen zu können. Die Schädlingskatastrophen (Insekten, Pilze), anorganische Schäden (Sturm, Rauhreif, Dürre usf.), weitgehende Bodenverschlechterung, haben aber

die Labilität dieser starren, einseitig erwerbswirtschaftlichen Wirtschaftsauffassung bewiesen. Die geringe Krisenfestigkeit naturfremder Wirtschaftsmethoden hat — einmal rein wirtschaftlich gesprochen — Risikoprämien erfordert, die volkswirtschaftlich nicht vertretbar sind.

Wir sind heute in der glücklichen Lage, den seherischen Ideenflug der Pflanzenpathologie der Romantik und nüchterne Tatsachenerkenntnis (Infektion-Erreger usw.) des auf die Romantik folgenden Zeitabschnittes (des Zeitabschnittes der Aufklärung) mit Hilfe der neuen, ganzheitlichen Naturerkenntnisse unserer Zeit zu einem Gebäude zu vereinigen. Wir können dies dank der von ESCHERICH geführten kausalanalytischen und der biocönotisch-ökologischen Naturforschung, der Erkenntnis des Dynamischen und aus jener Geisteshaltung, die in glücklicher Form Romantik im besten Sinne des Wortes und klares nüchternes Erkennen des Naturgeschehens in ganzheitlicher, gefühlsgeborener Schau miteinander verbindet.

Es wirft sich nun noch die Frage auf, welche Wege die menschliche Wirtschaft beschreiten muß, abgesehen von der direkten Bekämpfung, um das Ausmaß der Schäden in erträglichen Grenzen zu halten. Die Wege, die von der Forstwirtschaft beschritten werden müssen, lassen sich klar kennzeichnen.

Eine arteigene oder rasseneigene, ererbte Disposition läßt sich nicht ausschalten, wohl aber der Befall durch den Schädling oder Erreger verhindern. Überdies müßte in der Forstwirtschaft ein viel größeres Gewicht auf die klare Erfassung der Eigenschaften der verschiedenen Rassen der einzelnen Holzarten gelegt werden. Im gleichen Bestande kann man bei Kahlfraß durch Schmetterlingsraupen (z. B. Nonne) feststellen, daß einzelne Bäume verschont geblieben sind, auch wenn sich in ihrer Nähe keine Ameisenhügel befinden. Es müssen also die Nadeln mancher Bäume der gleichen Art für den Schädling wenig zusagend sein. Es wurde bereits vorne darauf hingewiesen, daß z. B. die verschiedenen Weidenarten bzw. Weidenrassen gegenüber einzelnen Schädlingen verschieden anfällig sind. In dieser Richtung der Art- und Rassenimmunität wären weitere Studien anzustellen. Systematisch bei allen Holzarten durchgeführte Untersuchungen über die Anfälligkeit der verschiedenen Rassen, könnten für die Wirtschaft sehr wertvolle Ergebnisse bringen.

Die Altersstufendisposition und die Altersdisposition können wir nicht ausschalten; wir können aber durch verschiedene Wirtschaftsmaßnahmen Bedingungen schaffen, die eine seuchenhafte Ausbreitung der Schädlinge ausschließen. Dies ist möglich. Durch Wirtschaftsformen, bei denen z. B. gleichalte Jugenden und Bestände auf großen Flächen stocken, wird schon durch die hohe Bevölkerungsdichte des Wirtes, bei der sich die Einzelglieder im gleichen Alter befinden, das massenweise und seuchenhafte Auftreten des Schädlings bzw. des Erregers geradezu künstlich gefördert. Es kommt da zu ausgedehnten Sämlings-, Jugend- und Bestandesschäden. Hingegen verhindern natürliche Verjüngungen auf kleinen und kleinsten Flächen, bei räumlicher Trennung der Verjüngungsflächen, solch große Massenschäden, durch Ausschaltung der die Ausbreitung und Massenvermehrung begünstigenden Umstände. In solchen Verjüngungen können die Schädlinge nie hohe Bevölkerungsdichten erreichen. Wenn dies örtlich doch einmal der Fall ist, bleibt der Schaden auf eine örtliche und geringe Bevölkerung der Wirtspflanze beschränkt, wie dies auch bei der Ver-

jüngung des Urwaldes meist der Fall ist. Im Urwalde tritt erst die Altersdisposition bei Erreichen der physiologisch bedingten Altersgrenze deutlich in Erscheinung.

Von weittragender Bedeutung ist die Ausschaltung der aus widernatürlichen äußeren Ursachen sich entwickelnden Disposition. Ziel der Forstwirtschaft muß es sein, alle wirtschaftlichen Maßnahmen, die zu erhöhter Krankheitsbereitschaft führen, kurz die Disposition schaffend sind, zu vermeiden. Dies ist möglich, und zwar durch Ausschaltung aller widernatürlichen menschlichen Kulturmaßnahmen; dadurch kann das Entstehen dieser Form von Disposition verhindert werden.

Aus dieser Erkenntnis ergibt sich aber als Grundsatz für die Erreichung der höchstmöglichen Waldhygiene, daß die Forstwirtschaft den Naturgesetzen gerecht werden muß, wenn sie eine weitere Steigerung der Schäden verhindern und diese Schäden auf ein normales, erträgliches Maß senken will. Dies wird aber nur dann der Fall sein, wenn der Forstmann, getragen von dem ihm an und für sich eigenen hohen Verantwortungsbewußtsein der Allgemeinheit gegenüber, im Besitze des höchst möglichen naturwissenschaftlichen Wissens und bei gefühlsgebundener Einstellung zur Ganzheit des Naturgeschehens, seine waldbaulichen Entschlüsse faßt und Entscheidungen trifft. Kurz, er muß sich auf Grund seiner Naturerkenntnis als Teil des Ganzen fühlen. Durch eine entsprechende Einstellung der Wirtschaft wird eine weitgehende Verringerung, ja Ausschaltung der Disposition aus widernatürlichen Kulturmaßnahmen erreicht, die Häufung der Schäden ausgeschaltet und die Krisenfestigkeit der Wirtschaft erhöht. Die Wirtschaft ist der Allgemeinheit verpflichtet, dies verlangt als Zielsetzung die Erreichung und Sicherung der höchst möglichen Produktivität des Waldes, nicht aber der größten Rentabilität!

Es wäre sehr zu wünschen, wenn diese Erkenntnisse bei der Schaffung neuer Forstgesetze leitend würden. Insbesondere müßte eine, dem heutigen Stand der Kenntnis von der Natur — der Ganzheitsbetrachtung — Rechnung tragende, neuzeitliche Forstwirtschaft und Forstgesetzgebung den naturgemäßen Wald in natürlicher Holzartenzusammensetzung, sowie volle Wahrung und Steigerung der Erzeugungskraft (Produktivität) zum Ziele haben. —

Schrifttum

Escherich: Leben und Forschen. Wissenschaftl. Verlagsges. Stuttgart 1949.

Escherich: Die Forstinsekten Mitteleuropas. I., II., III., V. Verlag Paul Parey, Berlin.

Jahn, E.: Bodenstreu und Bodentiere. Österr. Forst- u. Holzwirtschaft. Nr. 22, 1947.

Jahn, E., Die Bodentiere des Waldes. Zentralbl. f. d. ges. Forst- u. Holzwirtschaft. Wien. 70. Jahrg., S. 65—80.

Schimitschek, E.: Einfluß der Umwelt auf die Wohndichte von Milben und Collembolen. Zeitschr. f. ang. Entomol. XXIV. S. 216—247.

Schimitschek, E.: Zusammenhänge zwischen Kulturmaßnahmen und Schädlingsauftreten. Mitt. H.-G.-Akad. d. d. Forstwiss. II, 1942.

Schimitschek, E.: Urwald Rothwald. Exkursionsführer. N. Ö. F. V. 1948.

Schimitschek, E.: Berichte über aufgetretene Forstschäden und deren Bekämpfung in Niederösterreich 1946—1949. Wien 1950. Verlag Kodek.

Schreckenthal, G.: Beiträge zur Frage des Waldrückganges im Tirol. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen. Wien. 59. Jahrg.

Schreckenthal-Schimitschek, G.: Die Bodenarten und ihre Eigenschaften an der vertikalen Verbreitungsgrenze der Holzarten in Gebieten der österr. Alpen-Beihefte z. Bot. Centralbl. 1935, Bd. 52.

Wehnelt: Die Pflanzenpathologie der deutschen Romantik 1943.

Aus dem Forstschutz-Institut der Universität für Wirtschaftswissenschaft

Die Schlupfwespen und der Unterwuchs des Waldes

Von

J. Györfi, Sopron (Ungarn)

Eine Massenvermehrung einer jeden Insektenart wird von einer ganzen Reihe von ökologischen Faktoren gelenkt. In einigen Fällen ist die Beziehung zwischen der Vermehrung und den verschiedenen Faktoren klar und verständlich, ein anderes Mal aber können die Zusammenhänge nur nach langen und schwierigen Forschungsarbeiten aufgeklärt werden. Besonders die Wirkung der biotischen Faktoren ist es, deren erfolgreiche Berechnung und praktische Auswertung viel Schwierigkeiten bereitet, da jene Faktoren, welche aus der belebten Umwelt stammen, so mannigfaltig sind, so verschiedenartig wirken, daß jede Variation eigentlich gar nicht beachtet werden kann.

Betrachten wir die Wirkung der Faktoren aus der belebten Umwelt auf die Vermehrung der Schlupfwespen, so begegnen wir zwei schweren Problemen und zwar: 1. Wie soll die Anpassung des Parasiten an den Wirt in Rechnung gestellt werden? 2. Welche biotischen Faktoren wirken auf die Vermehrung der Schlupfwespen ein?

Wie bekannt, spielen die Schlupfwespen in der Natur, in erster Reihe aber in der Lebensgemeinschaft des Waldes, die Rolle eines sehr bedeutsamen ökologischen Faktors. Infolge der außerordentlichen Mannigfaltigkeit ihrer Form und ihres Körperbaues haben auch die ganz verborgen lebenden Insektenlarven ihre Schlupfwespen-Feinde, welche sie aufsuchen, unter günstigen Umständen befallen und auch vernichten. Somit ist die Wirkung der Schlupfwespen auf die Vermehrung der schädlichen Insekten sehr bedeutend und ihre Rolle — als Hemmungsfaktor — bei der Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes von großer Wichtigkeit. In dieser Rolle als Hemmungsfaktor kulminiert die wirtschaftliche Bedeutung der Schlupfwespen, weil sie durch ihre Tätigkeit die Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes unter normalen Verhältnissen sichern.

Betrachten wir die Anpassung der Schlupfwespen an den Wirt, so finden wir, daß sich derselbe Parasit auf seine verschiedenen Wirte in jedem Falle anders einstellt, ja, daß gemäß den ökologischen Verhältnissen sogar die Beziehung desselben Parasiten zu demselben Wirt verschieden sein kann. Es kommt häufig vor, daß irgendeine schädliche Insektenart von einem bestimmten Parasiten (Hauptparasit) in großer Zahl aufgesucht wird, während zahlreiche andere Schlupfwespenarten auf dem betreffenden Insekt nur in kleiner Menge (Nebenparasiten) vorkommen. So erwähne ich z. B. neben den Hauptparasiten *Apanteles liparidis* Bché., *Theronia atalantae* Poda, *Hyposoter disparis* Vier., welche in der Raupe von *Lymantria dispar* L. leben, als seltener vorkommende Nebenparasiten *Enicospilus mer-*

darius Grv., *Microgaster calceata* Hel., *tibialis* Nees., *Apanteles glomeratus* L.

Aber auch bei ein und demselben Wirt finden wir in verschiedenen Gegenden und zu verschiedenen Zeiten jedesmal einen anderen Hauptparasiten. Als Beispiel erwähne ich *Apanteles melanoscellus* Rtzb. Diese kleine Wespe kommt in Europa und Nord-Afrika vor. Der Schwerpunkt ihrer geographischen Verbreitung liegt in Mittel-Europa. Bei der Gradation von *Lymantria dispar* L., welche sich 1930—33 auf ganz Ungarn erstreckte, spielte diese Wespe im Gesamtbefallsanteil eine bedeutsame Rolle (durchschnittlich 30%), während 1921—24 in Spanien und Algier dieser Parasit von ganz untergeordneter Bedeutung war.

Man kann oft auch die Erfahrung machen, daß irgendeine Schlupfwespenart einmal als Hauptparasit, ein anderes Mal als belangloser Nebenparasit an der Aufrechterhaltung der Lebensgemeinschaft teilnimmt. So sinkt die Schlupfwespe *Apanteles spurius* Wesm., welche in der Raupe von *Dicranura vinula* L. so häufig als Hauptparasit vorkommt, oft nur zum Nebenparasiten herab und wird von *Rhogas testaceus* Spin., einer viel selteneren *Braconiden*-Art, als Hauptparasit ersetzt.

Öfters begegnet man auch jener Erscheinung, daß die Schlupfwespe je nach der Prädisposition des Wirtes einmal die eine, dann wieder die andere Art zum Hauptwirt wählt.

Eine interessante Form des Verhältnisses zwischen Wirt und Parasit ist u. a. auch die ökologische Anpassung, welche sich darin offenbart, daß Parasit und Wirt, welche auf denselben Biotop angewiesen sind, sich einander anpassen, daß sogar innerhalb dieses Biotopes derselbe Parasit auch systematisch einander fernstehende Wirte befallen kann. Wenn wir z. B. die Parasitenreihen von *Diprion pini* L. und *Evetria buoliana* Schiff., von Schädlingen junger Kiefernbestände, miteinander vergleichen, so finden wir mehrere gemeinsame Parasiten, besonders unter den *Pimpla*-Arten.

Aus alledem ist zu sehen, daß das Verhältnis der Parasiten zu ihrem Wirt sehr verschiedenartig sein kann. Es wäre schwierig, alle Möglichkeiten zu kombinieren.

Von den biotischen Faktoren beeinflußt das Vorhandensein oder Fehlen der Wirte sehr stark die Vermehrung der Schlupfwespen. Darauf hat K. Escherich in seinem Werk „Die Erforschung der Waldverderber" schon 1936 klar hingewiesen. Er schreibt dort, daß der wirkungsvollste Parasit von *Bupalus piniarius* L., *Ichneumon nigritarius* Grv., sich nur dann in Kiefernbeständen mit Erfolg vermehrt, wenn sein Nebenwirt, der Spanner *Hematurga atomaria* L., dessen Raupe auf *Calluna vulgaris* lebt, in entsprechender Menge vorhanden ist, denn die eine Generation des mit 2 Generationen sich vermehrenden *Ichneumon nigritarius* befällt *Bupalus piniarius*, die andere *Hematurga atomaria*. Finden die aus *Bupalus* hervorkommenden Schlupfwespen keinen entsprechenden Nebenwirt vor, so gehen sie ohne Eiablage zugrunde.

Es ist bekannt, daß die Befallsstärke durch Schlupfwespen von der Zahl der vorhandenen Parasiten, die Zahl der Parasiten aber von der Menge der Wirte, ferner von der räumlichen und zeitlichen Verteilung der letzteren abhängt. Dieses Wechselspiel steht aber, wie ich hierauf in meinen früheren Arbeiten schon hingewiesen habe, in starker Abhängigkeit von einer reichen und abwechslungsvollen Pflanzenwelt. Die Pflanzen- und Tier-

welt der gemischten Wälder ist reich, viel reicher als die der eintönigen Reinbestände. Nach meinen Untersuchungen ist für die Vermehrung der Schlupfwespen nicht so sehr die Mischung von Holzarten, sondern vielmehr der Reichtum des Unterwuchses von Bedeutung. Der Unterwuchs hat besonders auf solchen extremen Standorten große Bedeutung, auf welchen die Naturverhältnisse das Anpflanzen von gemischten Beständen nicht ermöglichen bzw. nicht begünstigen.

Auf Grund meiner mehrjährigen Untersuchungen bin ich zu der Feststellung gelangt, daß die bedeutungsvollsten Schadinsekten der genutzten Waldbäume, d. h. der Oberen Baumschicht (KLAPP, 1948), und jener Insekten, die auf solchen Sträuchern, der Unteren Baumschicht (KLAPP, 1948), und Bodenpflanzen leben, welche in einem aus autochthonen Holzarten bestehendem Walde vorkommen, gemeinsame Feinde haben. Die auf der Unteren Baumschicht und Bodenpflanzen lebenden Larven liefern den Parasiten der Schädlinge unserer Nutzholzarten die Neben- und Zwischenwirte. Das Vorhandensein der Unteren Baumschicht, Beerensträucher und bodendeckenden Pflanzen bereichert die Lebensgemeinschaft des Waldes viel mehr, begünstigt die Vermehrung der Parasiten besser, als die Mischung der Holzarten in der Oberen Baumschicht. Die auf den erwähnten Pflanzen lebenden, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, anscheinend indifferenten Insekten bilden den Neben- und Zwischenwirtsbestand der Schlupfwespen, und ein reicher Nebenwirtbestand ist als Parasitenvorrat eine Gewähr für die Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes.

Wenn infolge unzweckmäßiger Bewirtschaftung der Unterwuchs aus dem Walde verschwindet, der Neben- und Zwischenwirtsbestand sich verringert oder ganz fehlt, also die Zahl der für die Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes so wichtigen Parasiten herabsinkt, und wenn das Wetter und die sonstigen Verhältnisse den Schädling begünstigen, beginnt dessen allmähliche Vermehrung, welche infolge weiterer günstiger Umstände sich explosionsartig einstellen kann. In diesem Falle ist die auslösende Ursache der Gradation der Mangel an Nebenwirten. Wenn wir unsere Wirtschaftswälder betrachten, kommen wir gewiß nicht selten zu der Feststellung, daß durch die unbegründete Vertilgung der scheinbar wertlosen Unteren Baumschicht und Bodenpflanzen gegen den Haushalt der Natur in einigen Fällen verhängnisvolle Fehler begangen wurden.

Die Bodenvegetation beeinflußt die Vermehrung der Schlupfwespen auf zweierlei Wegen. Erstens bietet sie durch Nährpflanzen den Neben- und Zwischenwirten der Schlupfwespen Lebensbedingungen und erhöht dadurch deren Zahl, wodurch sie für die Ansiedlung der Parasiten mehr Möglichkeiten schafft. Das ist besonders für die sich jährlich mit mehreren Generationen vermehrenden Schlupfwespen von Bedeutung, deren Hauptwirt sich jährlich nur durch eine Generation vermehrt. Zweitens ist die blühende Bodenvegetation für die Ernährung der Schlupfwespenimagines von Wichtigkeit, was für die länger lebenden Arten bedeutungsvoll ist.

Natürlich gibt es auch andere Nahrungsquellen für die Schlupfwespen. Wie ich schon in meiner Abhandlung über die Ernährung der Schlupfwespenimagines (1934—44) nachweisen konnte, bilden die Nahrung der Imagines der Schlupfwespen in vielen Fällen Pflanzenprodukte, Tiersäfte und Wasser. Nach EIDMANN und WELLENSTEIN ernähren sich die Imagines

der *Trichogramma*-Eiparasitenarten mit der zuckerhaltigen Ausscheidung der Blatt- und Schildläuse.

Auf den mit Honigtau überzogenen Blättern jedoch habe ich nicht bloß die *Trichogramma*-Eierparasiten beobachtet, sondern ich fand auch neben den verschiedensten Insekten sehr viele Schlupfwespenarten. In Eichenwäldern, wo der durch den *Lachnus roboris* L. ausgeschiedene Honigtau in größeren Mengen die Blätter bedeckte, bemerkte ich oft den Nahrungsprozeß des *Ichneumon, Amblyteles, Pimpla* und *Ephialtes,* also größerer Arten. Manchmal entwickelt sich auf den mit Honigtau bedeckten Blättern ein wahrer Kampf um das Erstlingsrecht. Die größeren Arten bemühen sich, die kleineren von der leicht zu verschaffenden Nahrung zu vertreiben.

Die häufigsten Besucher unter den Schlupfwespen der mit Honigtau überzogenen Blätter gehören der Familie der *Chalcididae* und *Braconidae* an. Im allgemeinen können wir feststellen, daß die in den Blatt- und Schildläusen, dann in deren Nähe sich aufhaltenden Insektenlarven, z. B. in den Larven der *Syrphidae, Coccinellidae* schmarotzenden Schlupfwespen den Honigtau besonders bevorzugen. Meinen bisherigen Beobachtungen nach sind es hauptsächlich die *Encyrtiden, Asaphes-, Pachyneuron-, Coccophagus-, Aphelinus-, Aphidius-, Trioxis-, Coelonotus-, Ephedrus-, Bassus-, Promethes-, Charips-, Alloxysta*-Arten, die die honigtauigen Blätter aufsuchen. Jedoch, wie ich schon erwähnte, werden außer diesen auch andere Arten vom Honigtau angelockt.

Die Honigtauausscheidungen der Blattläuse an Blatt- und Nadelbäumen sind deshalb für die Ernährung der Parasitenimagines von großer Bedeutung, hauptsächlich in großen zusammenhängenden Waldgebieten. Diese Tatsachen decken sich mit den Erfahrungen von Prof. Zwölfer (briefl. Mitteilung).

Ich muß noch hinzufügen, daß außer dem Honigtau den Imagines der Schlupfwespen, besonders den Chalcididen und den kleineren Braconiden auch der Körpersaft jener Insekten als Nahrung dient, in die sie ihre Eier legen.

Um darauf hinzuweisen, wie wichtig das Vorhandensein der Bodenvegetation hinsichtlich der Nebenwirtsfrage ist, erwähne ich die Nebenwirte und deren Nährpflanzen der wichtigeren Schlupfwespenfeinde von *Lymantria dispar.* Nach meinen Untersuchungen sind die wichtigsten Parasiten des Schwammspinners unter den ungarischen Verhältnissen folgende:

Ichneumon disparis Poda.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Lymantria monacha L.	*Picea excelsa, Pinus silvestris, Fagus silvatica.*
Stilpnotia salicis L.	*Salix-* und *Populus*-Arten.
Euproctis chrysorrhoea L.	Verschiedene Laubhölzer, hauptsächlich *Quercus-, Pirus-, Prunus-, Carpinus-* und *Fagus*-Arten.
Smerinthus tiliae L.	*Tilia-, Ulmus-, Alnus-, Betula-, Quercus-, Corylus-, Fraxinus*-Arten.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Smerinthus ocellata L.	*Salix-*, *Populus*-Arten, *Prunus spinosa* und *Pirus malus*.
Dicranura vinula L. *Notodonta ziczac* L.	*Salix-* und *Populus*-Arten.

Pimpla instigator F.

Aporia crataegi L.	*Crataegus-*, *Prunus*-Arten.
Psyche viciella Schiff.	*Vicia-*, *Lathyrus*-Arten.
Charaeas graminis L.	Gräser.
Panolis flammea Schiff.	*Pinus*-Arten.
Dendrolimus pini L.	*Pinus*-Arten.
Lymantria monacha L.	*Picea-*, *Pinus*-Arten. *Fagus silvatica*.
Malacosoma neustria L.	*Quercus-*, *Prunus*-Arten.
Euproctis chrysorrhoea L.	*Quercus-*, *Crataegus-*, *Fagus*-Arten.
Stilpnotia salicis L.	*Salix-*, *Populus*-Arten.
Orgyia antiqua L.	Laub- und Nadelbäume.
Dasychira fascelina L.	*Trifolium montanum*.
Selenaria lunaria Schiff.	*Alnus-*, *Salix-*, *Tilia-*, *Rosa-* und *Prunus*-Arten.
Spilosoma mendica Cl.	Bodenpflanzen (*Plantago* usw.)
Pieris brassicae L.	Verschiedene *Cruciferen*.
Pieris rapae L.	*Cruciferen*.
Pieris napi L.	*Cruciferen*.
Thaumatopoea processionea L.	*Quercus*-Arten.
Dasychira pudibunda L.	Verschiedene Laubbäume und Sträucher, Rosen- und Himbeer-Arten.
Orgyia gonostigma L.	Verschiedene Laubbäume, Schlehe, Brombeere.
Scoliopteryx libatrix L.	*Salix-*, *Populus*-Arten.
Phalera bucephala L.	*Quercus-*, *Tilia-*, *Salix*-Arten.

Theronia atalantae Poda.

Aporia crataegi L.	*Prunus-*, *Pirus-*, *Populus-* und *Quercus*-Arten.
Stilpnotia salicis L.	S. o.
Euproctis chrysorrhoea L.	S. o.
Malacosoma neustria L.	*Pirus-*, *Prunus-*, *Populus-*, *Quercus-*, *Betula-* und *Ulmus*-Arten.
Pieris brassicae L.	Verschiedene Cruciferen. Im Walde selten.
Polygonia egea Cr.	*Ulmus-*, *Urtica-*, *Ribes-*, *Lonicera-* und *Corylus*-Arten.
Dendrolimus pini L.	*Pinus*-Arten, hauptsächlich *Pinus silvestris*.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Agrotis fimbria L.	*Primula-* und *Rumex*-Arten.
Cymatophora octogesima Hb.	*Populus*-Arten, besonders *Populus tremula.*
Abraxas grossulariata L.	*Ribes*-Arten, *Prunus padus.*
Phlyctaenodes verticalis L.	*Cirsium-, Carduus-, Atriplex-* Arten.
Syllepa ruralis Sc.	*Urtica*-Arten.
Pionea forficalis L.	*Brassica-, Alliaria-* und *Matthiola-* Arten.
Tortrix viridana L.	*Quercus*-Arten.
Evetria resinella L.	*Pinus*-Arten.
Hyponomeuta padellus L.	*Prunus spinosa, Crataegus-* und *Sorbus*-Arten.

Apanteles fulvipes Hal.

Pieris brassicae L.	S. o.
Pyrameis atalanta L.	*Urtica dioica* und *urens.*
Phragmatobia fuliginosa L.	*Leodonton taraxaci-, Myosotis-, Rumex-, Galium-* und *Lactuca-* Arten.
Dendrolimus pini L.	S. o.
Porthesia similis Fuessl.	Fast jeder Laubbaum und Strauch.
Pygaera pygra Hufn.	*Salix-* und *Populus*-Arten, hauptsächlich *Salix alba* und *Populus tremula.*
Pygaera anastomosis L.	*Salix-* und *Populus*-Arten.
Acronycta tridens Schiff.	*Crataegus-, Quercus-, Alnus-* und *Salix*-Arten.
Agrotis xanthographa F.	*Trifolium-* und *Primula*-Arten.
Agrotis strigula Thumb.	*Calluna vulgaris, Erica herbacea* und *cinerea.*
Agrotis fimbria L.	*Primula-* und *Rumex*-Arten.
Agrotis orbona Hufn.	*Trifolium-* und *Primula*-Arten.
Agrotis pronuba L.	*Primula-* und *Viola*-Arten.
Amphipyra pyramidea L.	*Ligustrum vulgare, Prunus spinosa, Populus-, Quercus-* und *Corylus-* Arten.
Miselia oxyacanthae L.	*Prunus spinosa* und *Crataegus oxyacantha.*
Xylocampa areola Esp.	*Lonicera*-Arten.
Brachionycha sphinx Hufn.	*Tilia-, Salix-, Populus-* und *Quercus*-Arten.
Catocala nupta L.	*Salix-* und *Populus*-Arten.
Selenia bilunaria Esp.	*Alnus-, Salix-, Tilia-* und *Rubus-* Arten.
Himera pennaria L.	*Salix-, Betula-* und *Quercus*-Arten.
Larentia viridaria F.	*Rumex-, Galium-* und *Lamium-* Arten.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Larentia montanata Schiff.	*Rumex-*, *Primula-* und *Plantago*-Arten.
Larentia galiata Schiff.	*Galium*-Arten.
Chesias spartiata Fuessl.	*Sarothamnus scoparius.*
Cosmotriche potatoria L.	*Dactylis glomerata.*
Toxocampa craccae F.	*Vicia-* und *Astragalus*-Arten.
Grammesia trigrammica Hufn.	*Plantago*-Arten.

Apanteles liparidis Bché.

Arctia villica L.	*Plantago-*, *Achillea-*, *Lamium-*, *Fragaria-* und *Stellaria*-Arten.
Dendrolimus pini L.	S. o.
Malacosoma neustria L.	S. o.

Apanteles porthetriae Muesb.

Phragmatobia fuliginosa L.	S. o.
Amphipyra pyramidea L.	S. o.
Boarmia gemmaria Brahm.	*Prunus spinosa* und Obstbäume.
Diloba caeruleocephala L.	*Prunus spinosa* und *Crataegus oxyacantha.*

Apanteles melanoscelus Rtzb.

Stilpnotia salicis L.	S. o.

Wenn man diese lange Liste durchsieht, so kann man feststellen, daß die Nebenwirte der wichtigeren Schlupfwespen von *Lymantria dispar* L. — ausgenommen die Schädlinge der Nadelhölzer — aus forstlich weniger schädlichen oder ganz indifferenten Insekten bestehen. Diese Insekten leben, wie auch das obige Beispiel zeigt, meistens auf Bodenpflanzen, Sträuchern und in der Unteren Baumschicht. Laut dieser Aufzählung werden die Nährpflanzen der Nebenwirte unter den Bäumen und Sträuchern vor allem von *Populus tremula, Salix caprea, Betula alba, Prunus spinosa* und *Crataegus oxyacantha,* unter den Bodenpflanzen von den Arten der Gattungen *Urtica, Primula Rumex* und *Galium* gebildet. Diese Vertreter der Unteren Baumschicht, Sträucher und Bodenpflanzen sind die Begleitpflanzen der Eichen und Zerreichen. Sie kommen in den autochthonen Eichenwäldern auch überall vor und tragen viel zur Aufrechterhaltung der Lebensgemeinschaft in den Eichenwäldern bei.

Es sei aber auch ein anderes Beispiel erwähnt, welches ich in den Eichenwäldern von Sopron beobachtet habe. Um 1940 war dort *Tortrix viridana* L. in Vermehrung begriffen, und ich brachte öfters Untersuchungsmaterial mit, um die Parasiten des Schädlings herauszuzüchten. Im Laufe meiner länger andauernden Untersuchungen bin ich zu der Feststellung gekommen, daß die Raupen der Begleitpflanzen der Eiche: *Earias chlorana* L., *Metriostola vacciniella* L., *Coleophora anatipennella* Hb., *Hyponomeuta padellus* L. und *evonymellus* L., *Anybia epilobiella* Römer, *Operophthera brumata* L. und *Pandemis ribeana* Hb., mit *Tortrix viridana* L.

gemeinsame Schlupfwespenfeinde haben. Aus den genannten Arten habe ich folgende Schlupfwespenarten gezüchtet:

Pimpla maculator F., als Hauptparasiten
Pimpla rufata Gm.
Phaeogenes stimulator Grv.
Macrocentrus thoracicus Nees.
Zele testaceator Curt.
Meteorus ictericus Nees.

Wenn wir die Nährpflanzen der oben genannten Raupenarten untersuchen, so finden wir folgende Pflanzen:

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Earias chlorana L.	*Salix-* und *Populus*-Arten.
Metriostola vacciniella Z.	*Vaccinium*-Arten.
Coleophora anatipennella Hb.	*Tilia-, Corylus-, Crataegus-* und *Prunus*-Arten.
Hyponomeuta padellus L.	*Prunus-* und *Crataegus*-Arten.
Hyponomeuta evonymellus Z.	*Evonymus*-Arten.
Anybia epilobiella Römer	*Circaea-, Epilobium*-Arten.
Operophthera brumata L.	*Quercus-* und *Prunus*-Arten.
Pandemis ribeana Hb.	*Crataegus-, Rosa-, Rhamnus-, Prunus-, Ribes-, Berberis- usw.* Arten.

Die Übersicht der aufgezählten Nährpflanzen überzeugt uns davon, daß diese alle Begleitpflanzen der Eichenarten sind und auf den ursprünglichen Standorten der Eichen auch überall vorkommen. Wenn diese Pflanzen in unseren Eichenbeständen fehlen, dann vermehren sich unter günstigen Umständen die Insektenschädlinge der Eichenarten und können zur Wirtschaftsplage werden.

Die Wichtigkeit der autochthonen Bodenvegetation und im Zusammenhang hiermit die große Bedeutung des Vorhandenseins bzw. Fehlens der Nebenwirte und Schlupfwespen versuche ich mit folgendem Beispiel zu beleuchten.

In Ungarn ist eines der schädlichsten, zur Massenvermehrung neigenden Insekten der Schwammspinner. Er tritt hauptsächlich in reinen oder nur wenig gemischten Zerreichenwäldern auf. Unsere Zerreichenbestände von größerer Bedeutung befinden sich entlang der Gebirgszüge des Vértes, Pilis, Cserhát, sowie im Süden des Landes und zwar im östlichen Teil des Komitates Baranya und im westlichen Teil des Komitates Tolna. Während sich die Zerreichenbestände in den zuerst genannten Gegenden auf ihrem ursprünglichen Standort befinden, also als autochthon anzusehen sind, sind die Zerreichenbestände der an zweiter Stelle genannten Gegenden fast ausnahmslos auf künstlichem Wege im Waldfeldbau auf trockene Lößböden gepflanzt worden.

Wenn wir die Flora und Fauna der ursprünglichen und angepflanzten Bestände vergleichen, finden wir sehr große Unterschiede. Während in den autochthonen Zerreichenwäldern die schon genannten Eichenbegleitpflanzen alle ausnahmslos anzutreffen sind und dementsprechend auch die Insekten-

fauna reich ist, ist die Flora der Eichenwälder von Baranya-Tolna sehr arm. Es kommt neben der Zerreiche kaum eine andere Pflanze vor, und dementsprechend ist auch die Tierwelt eintönig. Darauf ist es in erster Reihe zurückzuführen, daß in den Zerreichenwäldern der südlichen Landesteile der Schwammspinner viel häufiger ist als in den autochthonen Zerreichenbeständen, denn die Parasiten können das Auftreten des Schwammspinners, aber auch anderer schädlicher Raupen nur in solchen Beständen verhindern, welche an Sträuchern und Bodenpflanzen reich sind. Mit Rücksicht auf die Vorbeugung ist also das rücksichtslose Ausrotten der Sträucher und Bodenpflanzen aus dem Walde verfehlt. Diese Gewächse sollen nur in dem Maße aus dem Wald entfernt werden, in dem es die Wirtschaft unbedingt verlangt.

Ähnliche Beobachtungen machte ich auch mit der Kiefer. Die künstlich, nicht auf Waldboden angepflanzten Kiefernbestände werden von den *Diprion*-Arten viel eher befallen als solche, in denen auch die Begleitpflanzen der Kiefer vorhanden sind. Die wichtigeren Parasiten der auf der Kiefer fressenden *Diprion*-Arten sind in Ungarn folgende:

Spilocryptus adustus Grv.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Anthrocera filipendulae L.	*Trifolium*-Arten. *Hieracium pilosella.*
Macroglossa stellatarum L.	*Stellaria*-Arten.
Dendrolimus pini L.	*Pinus*-Arten.
Plusia moneta F.	*Trollius europaeus* und *Delphinium*-Arten.

Microcryptus basisonicus Grv.

Wurde nur aus *Diprion*-Arten gezüchtet.

Microcryptus sericans Grv.

Wurde nur aus *Diprion*-Arten gezüchtet.

Pimpla alterans Grv.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Larentia juniperata L.	*Juniperus communis.*
Abraxas grossulariata L.	*Ribes grossularia, Prunus padus.*
Trichiocampus viminalis L.	*Populus*-Arten.

Enicospilus ramidulus L.

Eriogaster lanestris L.	*Prunus-, Crataegus-, Betula-, Tilia-* und *Salix*-Arten.
Poecilocampa populi L.	*Quercus-, Betula-, Prunus-, Crataegus*-Arten.
Hyloicus pinastri L.	*Pinus*-Arten.
Dianthoecia capsincola Hb.	*Silene-* und *Saponaria*-Arten.

Holocremnus cothurnatus Holngr.

Holcocneme lucida Pr.	*Crataegus-* und *Prunus-Arten.*
Trichiocampus viminalis Fall.	*Populus*-Arten.

Holocremnus argentatus Grv.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Croesus septentrionalis L.	*Alnus-*, *Betula-* und *Populus-*Arten.
Trichiocampus viminalis Fall.	*Populus*-Arten.

Exenterus cingulatorius Holngr.

Wurde nur aus *Diprion*-Arten gezüchtet.

Exenterus marginatorius F.

Auch nur aus *Diprion*-Arten bekannt.

Lophyroplectus luteator Thumb.

Wurde nur aus *Diprion*-Puppen gezüchtet.

Torocampus eques Htg.

Wurde ebenfalls nur aus *Diprion*-Kokons gezüchtet.

Lamachus lophyrorum Htg.

Wurde nur aus *Diprion*-Arten gezüchtet.

Monodontomerus dentipes Dalm.

Nebenwirte:	Nährpflanzen:
Vanessa io L.	*Urtica urens* und *Humulus lupulus.*
Spilosoma menthastri L.	*Urtica-*, *Mentha-* und *Polygonum-*Arten.
Acronycta alni L.	*Quercus-*, *Alnus-*, *Salix-*, *Populus-* und *Rosa*-Arten.
Arctia hebe L.	*Achillea millefolia*, *Stellaria media*, *Euphorbia-* und *Chenopodium-*Arten.

Ich halte es für wahrscheinlich, daß diese Art vielmehr Hyperparasit auf den Tachinen der genannten Falter und *Diprion*-Arten ist.

Microplectron fuscipenne Zett. und
Amblymerus subfunnatus Rtz.

wurde gleichfalls nur aus *Diprion*-Puppen gezüchtet.

Diese und noch ähnliche Beispiele beweisen auch meine Annahme, wonach die Vermehrung der Schlupfwespen nicht so sehr durch den gemischten Bestand, sondern vielmehr durch den reichen Unterwuchs des Waldes gefördert wird. Nach meiner Meinung ist das auch die Erklärung dafür, daß in den naturbegründeten ungemischten Beständen selten Insektenkalamitäten zustande kommen. Es ist aber auch wahr, daß die naturbegründeten reinen Wälder niemals gleichaltrig sind, und diese Tatsache hemmt mehr oder weniger die Vermehrung der oft auch im Sortiment oder im Alter der Bäume wählerischen Insekten. Daneben ist auch die Rolle der Begleitpflanzen hervorragend.

Im Mangel der genannten Nährpflanzen der Nebenwirte erblicke ich die Erklärung dafür, daß in nicht auf Waldboden gepflanzten gleichaltrigen, reinen Beständen die Insektenschädigungen viel häufiger sind als in solchen reinen Wäldern, wo die Holzart auf entsprechendem Standorte stockt. Auf letzterem finden wir auch im reinen Bestand die Begleitpflanzen jener Holzart, welche das Wirtschaftsziel bildet, und auf den Begleitpflanzen die Nebenwirte und Parasiten der Schädlinge dieser Holzart.

Nach meinen Beobachtungen sind im Hinblick auf das genügende Vorkommen der Parasiten in ungarischer Relation die wichtigeren Begleitpflanzen der einzelnen Bestände folgende:

Unter I. erwähne ich diejenigen Holzarten, welche an der Gestaltung des Kronendaches teilnehmen, die Obere Baumschicht (KLAPP, 1948).

Unter II werden die Hölzer aufgezählt, welche ein zweites Kronendach bilden, die Untere Baumschicht (KLAPP, 1948).

Unter III. gehören die Sträucher und Stauden.

Unter IV. fasse ich die wichtigeren Kräuter zusammen.

Eichenwälder:

I. *Quercus pedunculata*
Quercus sessiliflora
Quercus cerris
Ulmus campestris
Acer platanoides
Pirus communis
Sorbus aucuparia
Prunus avium
Tilia cordata
Fraxinus excelsior.

II. *Betula alba*
Carpinus betulus
Acer campestre
Populus tremula
Salix caprea
Pirus communis.

III. *Rosa canina*
Prunus spinosa
Clematis vitalba
Ligustrum vulgare
Staphylea pinnata
Rhamnus cathartica
Frangula alnus
Corylus avellana
Prunus fruticosa
Crataegus oxyacantha
Humulus lupulus
Cornus mas
Cornus sanguinea
Evonymus verrucosa
Acer campestre
Viburnum opulus.

IV. *Melampyrum pratense*
Campanula persicifolia
Convallaria majalis
Polygonatum officinale
Primula vulgaris
Primula veris
Majanthemum bifolium
Stachys silvatica
Melica nutans
Fragaria vesca
Ajuga reptans
Viscaria vulgaris
Sedum maximum
Hypericum perforatum
Symphytum tuberosum
Urtica dioica
Brachypodium silvaticum
Asperula odorata
Viola silvatica
Rubus-Arten
Solidago virga-aurea
Melittis melissophyllum
Trifolium montanum
Galium silvaticum
Luzula pilosa
Leontodon autumnalis
Ranunculus ficaria
Cytisus nigricans
Pulmonaria officinalis

Buchenwälder:

I.	*Fagus silvatica*	*Fraxinus excelsior*
	Acer pseudoplatanus	*Sorbus torminalis*
	Tilia platyphyllos	*Prunus avium.*
II.	*Carpinus betulus*	*Acer campestre*
	Populus tremula	*Salix caprea*
III.	*Corylus avellana*	*Crataegus oxyacantha*
	Rosa canina	*Lonicera xylosteum*
	Ligustrum vulgare	*Sambucus nigra*
	Cornus mas	*Rubus*-Arten
	Cornus sanguinea	*Evonymus verrucosa*
	Daphne mezereum	
IV.	*Anemone hepatica*	*Aquilegia vulgaris*
	Anemone nemorosa	*Impatiens noli tangere*
	Corydalis cava	*Dentaria bulbifera*
	Asperula odorata	*Arum maculatum*
	Majanthemum bifolium	*Allium ursinum*
	Galium silvaticum	*Lilium martagon*
	Oxalis acetosella	*Ranunculus ficaria*
	Sanicula europaea	*Paris quadrifolius*
	Phyteuma spicatum	*Viola silvestris*
	Lathyrus vernus	*Veronica latifolia*
	Aspidium filix mas	*Athyrium filix femina*
	Primula elatior	*Asarum europaeum*
	Cephalanthera rubrum	*Stellaria medea*
	Luzula pilosa	*Mercurialis perennis*
	Melittis melissophyllum	*Pulmonaria officinalis*
	Aruncus silvester	*Lamium galeobdolon*
	Pteridium aquilinum	*Lilium martagon*
	Dactylis glomerata	*Euphorbia amygdaloides*
	Deschampsia flexuosa	*Stellaria holostea*
	Ranunculus ficaria	*Aruncus silvestris*
	Anemone nemorosa	
	Cyclamen europaeum	

Fichtenwälder:

I.	*Picea excelsa*	*Fagus silvatica*
	Abies alba	*Acer pseudoplatanus*
II.	*Corylus avellana*	*Carpinus betulus*
	Sorbus aucuparia	*Populus tremula.*
III.	*Daphne mezereum*	*Rubus*-Arten
	Cornus sanguinea	*Lonicera xylosteum*
IV.	*Vaccinium myrtillus*	*Deschampsia flexuosa*
	Melampyrum nemorosum	*Oxalis acetosella*
	Majanthemum bifolium	*Epilobium montanum*
	Solidago virga-aurea	*Arnica montana*
	Myosotis silvatica	*Lathyrus vernus*

Fichtenwälder:

Cephalanthera latifolia	*Campanula persicifolia*
Geum urbanum	*Ranunculus repens*
Viola silvestris	

Kiefernwälder:

I. *Pinus silvestris*	*Fagus silvatica*
II. *Corylus avellana*	*Crataegus oxyacantha*
Carpinus betulus	*Betula alba*
Populus tremula	*Salix caprea*
III. *Juniperus communis*	*Rosa canina*
Cytisus nigricans	*Sorbus aria*
Viburnum lantana	*Lonicera xylosteum*
Ligustrum vulgare	*Cornus sanguinea*
IV. *Calluna vulgaris*	*Pteridium aquilinum*
Vaccinium myrtillus	*Digitalis lutea*
Erica carnea	*Thymus serpyllum*
Trifolium pratense	*Linaria vulgaris*
Stachys silvatica	*Deschampsia caespitosa*
Melittis melissophyllum	*Holcus mollis*
Convallaria majalis	*Brachypodium silvaticum*

Vom Gesichtspunkt des Forstschutzes kann die große Wichtigkeit der angeführten Pflanzen nicht genügend betont werden. Wo es die Aufforstungs- und Waldpflegearbeiten ermöglichen, muß man im Interesse der Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes trachten, die genannten Pflanzen im Walde anzusiedeln. Wenn die Sträucher und Kräuter ausgerottet werden, so wird das biozönotische Gleichgewicht des Waldes gestört, da mit dem Verschwinden der angeführten Pflanzen auch alle Insekten verschwinden, welchen diese als Nahrung dienten. Ich wiederhole: Die Stabilität der Lebensgemeinschaft des Waldes wird nicht durch die Mischung der Holzarten, sondern durch den Reichtum der Flora gesichert.

Die Begleitpflanzen der einzelnen Bestände haben außer der Nebenwirt-Frage auch noch eine andere wichtige Rolle. Man darf die Bodenschutzwirkung dieser Pflanzen nicht übersehen, welche darin besteht, daß sie einerseits die Kraft des Bodenwindes brechen, andererseits den Boden beschatten. Ferner bieten sie, besonders die Beerensträucher, den Waldvögeln Nahrung und Nistgelegenheit, wodurch sie zur Aufrechterhaltung der Lebensgemeinschaft auch auf diesem Wege in großem Maß beitragen.

Auch in der Ernährung der Schlupfwespenimagines spielen die blühenden Pflanzen des Waldes oder seiner Umgebung eine große Rolle. Jedermann kann beobachten, daß sich die Schlupfwespen gern auf Blüten aufhalten, wo sie sich vom Blütenstaub und Nektar ernähren. Über meine diesbezüglichen Untersuchungen habe ich in der Mitteilung „Beobachtungen über die Ernährung der Schlupfwespenimagos“ (Erdészeti Kisérletek Bd. XLV. 1943—44) ausführlich berichtet.

Nach meinen neueren Beobachtungen suchen die Schlupfwespen der Wälder die Blumen der Wiesen, Schneisen und Waldränder zum Zwecke der Ernährung auf. Vom Gesichtspunkt der Vermehrung der Schlupfwespen ist es also sehr wichtig, daß inmitten der Wälder oder in deren

Nähe blühende Wiesen vorhanden sind, deren Blumen den Schlupfwespenimagines Nahrung bieten.

Nach meinen bisherigen Beobachtungen werden von den Schlupfwespen am liebsten die Blüten folgender Pflanzen besucht: *Daucus carota, Pastinaca sativa.* Wo diese Pflanzen in größerer Menge blühen, halten sich die Schlupfwespen immer in Scharen auf. Die Blüten der beiden Pflanzenarten werden vorwiegend von Ichneumoniden und Braconiden besucht, manchmal in solcher Menge, daß die Blüten ganz bedeckt sind. Weiterhin sind auch *Medicago sativa, Trifolium pratense* und verwandte Lieblingspflanzen der Schlupfwespenimagines. Auf blühenden Luzernen- und Kleefeldern kann man immer viele Schlupfwespen sammeln. Es sei noch erwähnt, daß auf den genannten Pflanzen nicht nur jene Arten anzutreffen sind, deren Wirte auf diesen Pflanzen leben, sondern auch solche, die aus anderen Biotopen, z. B. aus dem Walde zum reich gedeckten Tisch gekommen sind. Auf den erwähnten Pflanzen können die Schlupfwespen sehr vieler xylophager Insekten gesammelt werden. Die Blüten der Luzerne und des Klees werden von den Arten *Xylonomus, Xorides, Heteropelma, Arotes, Coelobracon, Pseudovipio* usw. fleißig besucht. So konnte ich beobachten, daß die länger lebenden Schlupfwespenarten, wenn sie innerhalb ihres Biotopes nicht in entsprechender Qualität und Menge Nahrung finden, aus ihrem ursprünglichen Biotop auch auf größere Entfernung wegfliegen, um Nahrung zu suchen.

Außer den genannten Pflanzen kommen für die Ernährung der Schlupfwespenimagines bei uns nach meinen Beobachtungen noch folgende Wiesen- und Waldpflanzen in Betracht:

Orchis morio, Viscaria vulgaris, Lychnis flos-cuculi, Lotus corniculatus, Coronilla varia und *coronata, Vicia tennifolia, Lathyrus pratensis, Ranunculus acer, Lythrum salicaria, Chamaenerion angustifolium, Oenothera biennis, Origanum vulgare, Thymus montanus, Lysimachia vulgaris, Galium verum, Valeriana officinalis, Dipsacus laciniatus, Succisa pratensis, Knautia arvensis, Scabiosa canescens, Campanula patula, Phyteuma spicatum* und *orbiculare, Chrysanthemum vulgare, Hypochoeris maculata, Tragapogon orientalis.*

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Bodenvegetation des Waldes zur Vermehrung der Schlupfwespen in großem Maße beiträgt und aus diesem Grunde ein sehr bedeutendes Glied der Lebensgemeinschaft des Waldes ist.

Zusammenfassung

Das Gesagte kann wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Für die Vermehrung der Schlupfwespen ist nicht die Mischung der Holzarten, sondern der Reichtum der Bodenvegetation ausschlaggebend. Nach meinen Untersuchungen haben in einem Walde, dessen Bäume auf ursprünglichem Standort stehen, die Schädlinge der Bodenpflanzen, der Sträucher und der bestandsbildenden Holzarten gemeinsame Parasiten. Die Parasiten jener Pflanzen, welche nicht Ziel der Holzerzeugung sind, spielen im Walde die Rolle eines Parasitenvorrates.

2. Das Vorhandensein der Sträucher, Stauden, Bodenpflanzen bereichert die Lebensgemeinschaft viel mehr und begünstigt die Vermehrung der Schlupfwespen besser als die Mischung der Holzarten.

3. Wo es die Aufforstungs- und Pflegearbeiten erlauben, soll im Interesse der Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes angestrebt werden, die Pflanzenwelt des Waldes zu bereichern. Nur in dem Maße dürfen die Sträucher und Bodenpflanzen ausgerottet werden, in dem es die Wirtschaftsinteressen verlangen.

4. Auf den Nährpflanzenmangel der Nebenwirte ist es zurückzuführen, daß in den auf nicht entsprechendem Standort gepflanzten gleichaltrigen, reinen Beständen die Insektenschäden viel häufiger sind, als in solchen ungemischten Wäldern, wo die Holzart auf ihrem ursprünglichen Standort steht. Im letzteren Falle treffen wir neben jenen Holzarten, welche das Ziel der Holzerzeugung bilden, auch die Begleitpflanzen derselben an und auf den Begleitpflanzen die Nebenwirte der Parasiten jener Schädlinge, welche auf den Nutzholzarten leben.

5. Schließlich haben für die Aufrechterhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes auch die Waldblumen eine wichtige Bedeutung, indem sie den Imagines der Schlupfwespen Nahrung liefern. Für die Vermehrung der Schlupfwespen ist es sehr wichtig, daß inmitten der Wälder oder in der Nähe derselben blühende Wiesen vorhanden sind.

Literatur

Eidmann: Zur Kenntnis der Eiparasiten der Forleule. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 1926.

Escherich, K. Dr.: Forstinsekten Mitteleuropas, Bd. I, II, III, V. Paul Parey.

— — Parasitenwirkung und biologische Bekämpfung. Ztschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1922.

— — Biologisches Gleichgewicht. München, 1935.

Friederichs, K. Dr.: Waldkatastrophen in biocoenotischer Betrachtung. Anzeiger für Schädlingskunde. 1928.

— — Die Bedeutung der Biocoenose für den Pflanzenschutz. Fortschr. d. Landw., 1926.

— — Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Land- und Forstwirtschaftlichen Zoologie I., II. Bd., Berlin 1930.

Gams: Prinzipienfragen der Vegetationsforschung; ein Beitrag zur Begriffsklärung und Methodik der Biocoenologie. Vierteljahrsheft d. Naturforsch. Ges. Zürich, 1918.

Györfi, J. Dr.: Fürkészdarázs kutatásaim eredménye, különös tekintettel a mellékgazda kérdésre. Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Nebenwirtfrage. Erdészeti Kisérletek 1941.

— — Ökologiai viszgálatok a Hymenopterák életéből. Ökologische Untersuchungen aus dem Leben der Hymenopteren. Erdészeti Kisérletek 1943—44.

— — Megfigyelések a fürkészdarazsak nemzöinek táplákozásáról. Beobachtungen über die Ernährung der Schlupfwespenimagos. Observations sur la nutrition des imagos des Hymenopteres parasites. Erdészeti Kisérletek 1943—44.

— — Magyarország diszbogár és cincérféléinek elösködö darazsai. Die Parasitenwespen der Pracht- und Bockkäferarten Ungarns. Les Hymenopteres parasites des Buprestides et Cerambycides de la Hongrie. Erdészeti Kisérletek 1945—46.

— — A vegyeskoru és elegyes állományok erdövédelemtani jelentösége. Die Bedeutung der ungleichaltrigen Mischbestände für den Forstschutz. Erdészeti Kisérletek 1947.

— — A fürkészdarazsak gradatioja. Die Gradation der Schlupfwespen. Erdészeti Kisérletek 1949.

— — Ujabb adatok a fürkészdarazsak biologiájának ismeretéhez. Neuere Angaben zur Biologie der Schlupfwespen. Erdömérnöki Kar Evkönyve 1950.

Hesse: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage.

Howard, L. O.: Die wirtschaftliche Bedeutung der Parasiten im Kampf gegen schädliche Insekten. Anzeiger f. Schädlingskunde 1926.

Janisch, E.: Der Massenwechsel der Insekten als biol. Problem. Anzeiger f. Schädlingskunde 1926.

Javorka, S. Dr.: A Magyar Flora I-II Budapest 1925.

— — Erdö-mezö virágai. Budapest 1950.

Klapp, R. Dr.: Einführung in die Pflanzensoziologie, I. Arbeitsmethoden der Pflanzensoziologie. 1948.
Meljnyicsenko, A. H.: Poljezascsitnije Ljesznije poloszi i vozgyejsztvije ih na razmnozsenyijé zsivotnih poljeznih i vrednih dljé szeljzkovo hozjajsztva. 1949.
Pomerancev, D. V.: Vrednüje naszelkomüje i borjba sz nyimi v ljészah i ljesznih poloszah Lugovosztoha jevropejzkoj czasztyi Sz. Sz. Sz. R. 1919.
Schwerdtfeger: Die Waldkrankheiten. 1944. Verlag Paul Parey, Berlin.
Sennyikov, A. P.: Ekologija rasztyenyij. 1950.
Soó Rezsö, Dr.: Növényszövetkezetek Sopron környékéröl. Pflanzengesellschaften aus der Umgebung von Sopron. Acta Geobonatica Hungarica Koloszvár 1941.
Sztrokov, V. V.: Preobrazovanyije fauni rajonov poljezascsitnovo ljeszorazvegyenyije. 1950.
Walter, H. Dr.: Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands.
Wellenstein: Biologische Freilandversuche über die Verwendbarkeit des Eiparasiten *Trichogramma minutum* Ril. und *Tr. evanescens* Westw. zur Bekämpfung der Forleule. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 1934.

Aus dem Institut für angewandt-biologische Freilanduntersuchungen T. N. O., Mariendaal

Zur Frage der Regulierung der Insekten-Populationsdichte durch räuberische Tierarten

Von

A. D. Voûte, Oosterbeek, Niederlande

Den großen Aufschwung der Forstentomologie seit Beginn dieses Jahrhunderts verdankt sie der Arbeit einer Generation von Entomologen, von denen der Jubilar, dem diese Festschrift gewidmet ist, den Primus inter pares stellt. Er, seine Mitarbeiter und seine Schüler haben das Gebiet so vielseitig und grundsätzlich bearbeitet, daß eine „Schule Escherichs" im eigentlichen Sinn nicht entstehen konnte — denn eine Schule deutet ja immer auf eine Beschränkung hin —, sondern daß das ganze Fach sich neu entwickelte. Sein Wirken, das auch andere Entomologen begeisterte, machte sich über den Rahmen seiner engeren Mitarbeiter hinaus überall in der angewandten Entomologie bemerkbar.

Ein Grundproblem der angewandten Entomologie, insbesondere aber der Forstentomologie, ist die Frage nach der Beeinflußbarkeit einer Biocönose zur Vorbeugung von Kalamitäten. Wir betreten damit das Gebiet der Populationsdynamik und stehen vor der Frage der Regulierung der Populationsdichte. Über sie liegt bereits ein umfangreiches Schrifttum vor. Obschon bei ihrer eingehenden Erörterung (Bodenheimer, Friederichs, Uvarov, Zwölfer u. a.) die durch abiotische Faktoren (wie etwa das Klima) bedingte größere Mortalität herausgestellt worden ist, neigt man doch gegenwärtig mehr der Meinung zu, daß die regulierenden Faktoren im wesentlichen biotischer Art sind (siehe Nicholson: „Competition" als Ursache).

Es soll in diesem Rahmen nicht das gesamte Problem der Regulierung der Populationsdichte behandelt werden. Dies ist bereits in dem vorzüglichen Handbuch von Allee und einer Veröffentlichung von Solomon ge-

schehen. Der vorliegende Beitrag soll lediglich die Regulierung der Populationsdichte durch die Aktivität von Räubern behandeln, die sich in solchen Gebieten einstellen, wo bestimmte Beutetiere massenhaft auftreten.

Wenn Räuber und auch Parasiten (die in diesem Zusammenhang ebenfalls als Räuber bezeichnet werden) die Bevölkerungsdichte ihrer Beutetiere regeln, so wirken sich die Fluktuationen der Populationsdichte der Beutetiere in einem Steigen und Fallen jener des Räubers aus.

So wird der Ei-Parasit von *Diprion pini* L., *Achrysocharella ruforum* Krausse, in der Regel nur in wenigen *Diprion*-Eiern angetroffen. Während einer Massenvermehrung von *Diprion* hingegen vermehrt sich auch er unter bestimmten Umständen so stark, daß fast alle Eier von ihm befallen werden (BESEMER). Die biologische Bekämpfung von Insektenkalamitäten beruht auf diesem Prinzip (siehe auch SWEETMANN). Wesentlich ist, daß die Vermehrung des Räubers einer Vermehrung des Beutetieres folgt. Die Bevölkerungsentwicklung des Beutetieres wird nach einiger Zeit, meist nach einigen Generationen, von der des Räubers überholt. Dieser Zeitpunkt ist abhängig von der Vermehrungsfähigkeit und Sterblichkeit von Räuber und Beutetier einerseits, und von der Ausgangspopulationsdichte beider andererseits.

Theoretisch besteht die Möglichkeit, daß das Beutetier in seiner Populationsentwicklung bei jeder Bevölkerungsdichte oberhalb des kritischen Wertes überholt wird. Es ist dies jener Wert der Bevölkerungsdichte, welchen die Räuber benötigen, um ihre eigene Bevölkerungsdichte gerade noch zu behaupten (s. SCHNEIDER). Für das Beutetier ist der Räuber als ein Faktor des Umweltwiderstandes zu betrachten. Zur Regelung der Populationsdichte des Beutetieres ist es also wesentlich, daß der W-Faktor auf die Flächeneinheit berechnet (etwa Zahl der Räuber je Hektar) an Intensität zunimmt.

Für die genetischen Umstände, welche FRANZ erörterte und die ebenfalls einen regulierenden Einfluß besitzen können, gilt ähnliches. Die (theoretisch angenommene) genetische Schwächung als Widerstandsfaktor fängt erst dann an einen Einfluß auszuüben, wenn eine Massenvermehrung des Räubers stattfand. Sie folgt erfahrungsgemäß der Massenvermehrung des Beutetieres.

Außer diesen Faktoren gibt es auch andere biotische W-Faktoren die regelnd wirken, obwohl sie als Faktoren-Einheit (also auf die Flächeneinheit reduziert) mit zunehmender Populationsdichte des Beutetieres nicht selbst an Intensität zunehmen. Die so auftretenden Räuber verursachen bei den Beutetieren mit deren zunehmender Bevölkerungsdichte eine höhere Sterblichkeit, ohne daß dabei ihre eigene Populationsdichte wesentlich ansteigt.

Ein schönes Beispiel für dieses Prinzip findet sich in der Beziehung Specht — *Pissodes piniphilus* Herbst. Der Käfer legt seine Eier in erster Linie in die Rinde kränkelnder Kiefern ab. Später findet man an solchen Bäumen vereinzelt Larven und Puppen von *Pissodes* zusammen mit einer Menge anderer sekundärer Insekten. Die Spechte vertilgen nur einen ganz geringen Prozentsatz dieser Pissodeslarven und -puppen. Bei meinen ersten Beobachtungen im Niederländischen National-Park „De Hooge Veluwe" bei Hoenderloo (Gld.) fand ich keinerlei durch Spechtfraß verursachten *Pissodes*-Ausfall (VOÛTE 1940). Später bemerkte ich, daß mit einer Puppensterblichkeit bis 5 % gerechnet werden muß.

Wenn die Käfer zahlreicher werden, belegen sie auch gesunde Bäume:

Im Walde wird zunächst nur eine geringe Anzahl gesunder Kiefern belegt, aber an diesen wenigen Bäumen sind die Eier massenhaft zu finden. Hier findet man später Larven und Puppen von *Pissodes* in großer Zahl nebeneinander unter der Rinde. Von ihnen vertilgt der Specht 95 % und mehr. Diese Feststellungen konnte ich zuerst im National-Park „De Hogge Veluwe" machen. Spätere Beobachtungen in anderen Landesteilen bestätigten das Ergebnis. Der regulierende Einfluß der Spechte auf die *Pissodes*-Populationen geht hieraus deutlich hervor. Der Specht benimmt sich als W-Faktor, der, gemessen in Faktoren-Einheiten, seine eigene Bevölkerungsdichte infolge der Schwankungen der Populationsdichte des *Pissodes* nicht ändert, und dennoch dessen Populationsdichte regelt.

Der Specht als W-Faktor übt seinen Einfluß grundsätzlich anders aus, als der oben erwähnte Parasiten-W-Faktor *(Achrysocharella)*. Er ist schon zu Beginn der Vermehrung von *Pissodes* potentiell in voller Intensität vorhanden. Von einer Überholung der Bevölkerungsentwicklung des *Pissodes* kann bei ihm keine Rede sein. Zudem wird der Specht bei einer Massenvermehrung von *Pissodes* weniger bedeuten, da er in solchem Fall rascher gesättigt ist. Der Specht wirkt also regulierend nur in der Phase, die ich „natürliche Populationsdichte" genannt habe, was etwa dem Begriff des „eisernen Bestandes" der deutschen Forstentomologischen Literatur entspricht. In der „phase of escape" (Voûte 1946) geht seine regulierende Wirkung zurück.

Der Umstand, daß bei örtlichem Nahrungsüberschuß die Spechte eines größeren Gebietes sich dort sammeln, um den Überschuß aufzunehmen, ändert nichts an dem Gesagten: Die örtliche Massenvermehrung ist in diesem Fall nur eine reichlich fließende Futterquelle, welche die Spechte (also die Räuber) eines größeren Waldgebietes anlockt, ohne deren Populationsdichte im Gesamtgebiet grundsätzlich zu ändern.

Ursprünglich war ich der Meinung, daß diese Spezialisierung ein allgemeines Phänomen darstellt, worin mich auch die Beobachtungen von Franz (1940) bestärkten. Die neueren Feststellungen Tinbergens (1949) jedoch lassen dies fraglich erscheinen. Er konnte nachweisen, daß Meisen bestrebt sind, ihrer Brut eine möglichst vielseitige Kost zu reichen. Im Fall der Übervermehrung einer Beutetierart bedeutet dies eine vergleichsweise geringere dezimierende Wirkung auf sie durch die Meisen. So ist auch die Regelung der Populationsdichte des Beutetieres durch Meisen nach Tinbergens vergleichsweise unbedeutend.

Tinbergens Beobachtungen fanden im Sommer während einer Zeit mit überschüssigem Nahrungsangebot für die Meisen statt. Als während dieser Periode vorübergehend kurzfristig Nahrungsmangel eintrat, wurden sie weniger wählerisch und sammelten von dem vorhandenen so viel als möglich (s. Verslagen over 1949).

Gibt es alljährlich bestimmte Perioden mit Nahrungsmangel? Unter unseren klimatischen Verhältnissen werden während des Sommers von den grünen Pflanzen organische Stoffe gebildet. Während des Winters ist dieser Prozeß gehemmt. Der Lebensgemeinschaft des Wald s wird demnach während der warmen Jahreszeit ein Nahrungsstrom zugeführt, der während der kalten unterbrochen ist. Die destruktiven Prozesse (Dissimilation) fin-

den das ganze Jahr hindurch statt, obwohl während des Winters weniger stark als im Sommer. Dies bedeutet, daß während der warmen Jahreszeit die in der Lebensgemeinschaft gebildete Masse organischer Stoffe zunimmt, während der kalten Jahreszeit jedoch abnimmt.

Da im Durchschnitt die Gesamtmenge an organischer Substanz gleich bleibt, so folgt hieraus, daß während der kalten Jahreszeit verbraucht wird, was während der warmen als Überschuß gebildet wurde.

Für die Tierwelt heißt dies, daß in der warmen Periode Nahrung zumeist in Überschuß vorhanden ist, in der kalten jedoch ein Nahrungsdefizit herrscht. Damit hängt letzten Endes zusammen, daß die größte Zahl der Tiere sich während der warmen Jahreszeit fortpflanzt, und auch während dieser ihr individuelles Wachstum durchläuft. Die Gesamtmenge in der Tierwelt gebildeter organischer Substanz ist daher im Sommer größer als im Winter.

Während des Winters wird nach Tinbergen tatsächlich ein sehr großer Prozentsatz von Insekten, die im Gezweig und unter der Rinde der Kiefer überwintern, von Meisen gefressen. Bei anormal langen kalten Wintern sterben viele Räuber (insektenfressende Vögel) erfahrungsgemäß aus Nahrungsmangel.

Ähnlich wirkt sich der winterliche Nahrungsmangel beispielsweise bei Kaninchen und Füchsen aus, die während dieser Zeit und zu Beginn des Frühjahrs durch ihren Fraß am schädlichsten zu werden pflegen.

In welcher Jahreszeit regelt nun der Specht die Populationsdichte von *Pissodes piniphilus*? Bei allen von mir gemachten Beobachtungen fand der massierte Fraß von Larven und Puppen des *Pissodes* durch Spechte im Laufe des Winters und zu Anfang des Frühjahrs statt. Versuchsbäume, die gefällt wurden, mußten stets nur während des Winters vor Spechtangriffen geschützt werden, obschon sie auch im Sommer stark von sekundären Insekten besetzt waren. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, daß außer dem winterlichen Nahrungsmangel noch andere Umstände den Spechtangriff während des Winters und im Frühjahr beeinflußten — wie z. B. der beginnende Saftstrom zu Ausgang des Winters. Doch sind nach meinen Erfahrungen die Spechte auch während des Sommers in der Lage, *Pissodes*-larven unter der Rinde zu finden, nur nehmen sie diese dann äußerst selten an. So ist es doch wohl der winterliche Nahrungsmangel, der die Spechte veranlaßt, die höhere Nahrungskonzentration der Käferstämme aufzusuchen.

Auch die Regulierung der Populationsdichte von *Diprion pini* L. durch Mäuse findet während des Winters statt (s. Besemer, Thalenhorst u. a.). Diese Art überwintert im Kokon in der Bodenstreu. *Diprion sertifer* Geoffr. hingegen, die als Ei überwintert und deren Kokons sich im Sommer in der Bodenstreu finden, hat wenig unter Mäusen zu leiden.

Auch die Populationsdichte der Lärchenblattwespe *Nematus erichsoni* Htg., die gleichfalls als Kokon in der Bodenstreu überwintert, wird durch Meisen weitgehend beeinflußt. In all diesen Fällen treten Warmblütler als regulierende Faktoren auf. Auf ihre Bedeutung als W-Faktor während des Winters hat auch Franz hingewiesen. Für die von Varley untersuchten Dipteren sind ebenfalls Mäuse während des Winters ein entscheidender W-Faktor.

Kaltblütler treten naturgemäß während des Winters als W-Faktor nicht in Erscheinung. Eine örtlich begrenzte Regulierung der Populationsdichte eines phytophagen Insektes *(Pachynematus scutellatus* Htg.) ist mir aus eigener Erfahrung nur von Ameisen während der warmen Jahreszeit bekannt: Als im National Park einige Fichtenstämme von *Pachynematus* befallen waren, und die Larven massenhaft aus den Kronen abbaumten, wurden sie von der roten Waldameise *Formica rufa* L. *polyctena* so stark dezimiert, daß es fast keiner Larve gelang, in die Bodenstreu zu dringen. Die Mortalität betrug in diesem Fall fast 100%. Unter anderen nicht von *Pachynematus* besetzten Stämmen war die Zahl umherkriechender Ameisen wesentlich geringer.

Für Ameisen besteht für gewöhnlich kein Nahrungsüberschuß. Solange Beutetiere da sind, werden sie in die Nester eingetragen. Übersättigung tritt nicht auf. Die Ameisen sind daher während der Vegetationszeit in einer Lage ständigen Nahrungsmangels. Diesem Umstand verdanken sie wohl die wesentliche Rolle als regulierende Faktoren in der Lebensgemeinschaft des Waldes.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die Regulierung der Populationsdichte phytophager Insekten durch Ansammlung räuberischer Tierarten auf Orte mit Massenvermehrungen, also auf Nahrungskonzentrationen, wird von Vertretern verschiedener Tiergruppen — Säuger, Vögel, Insekten — ausgeübt. Sie findet statt während einer Periode von Nahrungsmangel. Durch sie können Kalamitäten vorgebeugt werden. Inwieweit diese Art der Regulierung von Populationsdichten bei Insekten allgemeine Bedeutung besitzt, muß weiterhin untersucht werden. Auch wenn sie allgemeine Bedeutung hat, so schließt das nicht aus, daß es noch andere Faktoren gibt, die Kalamitäten vorbeugen können.

Eine genaue Kenntnis der vorbeugenden Faktoren ist für die gesamte Landwirtschaft von größter Bedeutung, besonders in der heutigen Zeit, wo durch Kulturmaßnahmen so tiefgehend in die natürlichen Lebensgemeinschaften eingegriffen wird. Durch die Intensivierung der Wirtschaftsmethoden werden die natürlichen regulierenden Faktoren immer weiter geschwächt und es ist wichtig zu wissen, welche dieser Faktoren der verarmten Lebensgemeinschaft unserer Kulturgebiete noch eine gewisse Stabilität geben können.

Literatur

Allee, W. C., O. Park, A. E. Emerson, Th. Park, K. P. Schmidt (1949): Principles of animal ecology. — Saunders, Philadelphia.

Besemer, A. F. H. (1942): Die Verbreitung und Regulierung der *Diprion pini* in den Niederlanden in den Jahren 1938—1941. — Meded. V Comité Best. Bestr. Insectenpl., Ned. Boschb. Tijdschrift 15, p. 136—164, 198—241, 262—301.

Bodenheimer, F. S. (1928): Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl in der Natur? — Biol. Zentralbl. 48 p. 714—739.

Franz, J. (1940): Vogelwelt und Tannentriebwickler (*Cacoecia murinana* Hb.) — Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 116, p. 252—255.

Franz, J. (1948): Über die Zonenbildung der Insektenkalamitäten in Urwäldern. — Forstw. Centralbl. 67, p. 38—48.

Franz, J. (1949): Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen. — Z. ang. Ent. 31, p. 228—260.

Friederichs, K. (1929): Welche Faktoren regeln die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. — Anz. Schädl. 5.

Nicholson, A. J. (1933): The balance of animal populations. — Il. animal Ecology 2, p. 132—178.

SCHNEIDER, F. (1939): Ein Vergleich von Urwald und Monokultur in Bezug auf ihre Gefährdung durch phytophage Insekten auf Grund einiger Beobachtungen an der Ostküste von Sumatra. — Schweiz. Z. Forstw., p. 1—22.
SOLOMON, M. E. (1949): The natureal control of animal populations. — Il. animal Ecology 18, p. 1—35.
SWEETMAN, H. L. (1936): The biological control of insects. — Comstock, Ithaca, New York.
THALENHORST, W. (1942): Der Zusammenbruch einer Massenvermehrung von *Diprion pini L.* und seine Ursachen. — Z. ang. Ent. 29.
TINBERGEN, L. (1949): Bosvogels en insecten. — Ned. Boschb. Tijdschr. 21, p. 91—105.
UVAROV, B. P. (1931): Insects and climate. — Trans. Ent. Soc. London, LXXIX, p. 1—147.
VARLEY, G. C. (1947): The natural control of population balance in the knapweed gall fly (*Urophora jaceana*). — Il. animal Ecology 16, p. 139—187.
Verslagen over 1949 van het Instituut voor toegepast bioligisch onderzoek in de natuur. — Med. Inst. Toegep. Biol. Onderz. i. d. Natuur 8, p. 9.
VOÛTE, A. D. (1946): Regulation of the density of the insect populations in virgin forests and cultivated woods. — Arch. néerl. Zoologie 7, p. 435—470.
VOÛTE, A. D. (1940) *Pissodes piniphilus* in het Nationale Park „De Hooge Veluwe". — Ned. Boschb. Tijdschr. 13, p. 362—369.
ZWÖLFER, W. (1930): Zur Theorie der Insektenepidemien. — Biol. Zentralbl. 50, p. 724—759.

Die Eigenart der Honigbiene (*Apis mellifica* L.)

Herrn Kollegen ESCHERICH zum 80. Geburtstage gewidmet

von

ENOCH ZANDER, Erlangen

Inhaltsübersicht

Einleitung, S. 52. — I. Die morphobiologische Eigenart der Honigbiene, S. 53. — II. Die wirtschaftliche Bedeutung und Eigenart der Honigbiene, S. 55. — III. Bienen, Bau und Beute, S. 58. — IV. Die Schattenseiten des Gemeinschaftslebens der Bienen, S. 62. — V. Der Bien und sein Lebensraum, S. 65. — Schluß, S. 68.

Einleitung

„Es ist nicht genug zu wissen, man muß auch anwenden,
Es ist nicht genug zu wollen, man muß auch tun!" (Goethe)

Als zu Beginn dieses Jahres Kollege ZWÖLFER an mich mit der Bitte herantrat, auch mein Scherflein zu dieser Festschrift beizusteuern, war es für mich trotz aller sonstigen literarischen Belastung und meines zur Zeit nicht sonderlich günstigen Gesundheitszustandes, von meinem Alter gar nicht zu reden, ganz selbstverständlich, mich dieser Aufforderung nicht zu entziehen. Verbindet mich doch mit Kollegen ESCHERICH seit der denkwürdigen ersten Tagung der deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in Würzburg vom 21. bis 25. Oktober 1913 nicht nur eine herzliche persönliche Freundschaft, sondern auch ein gleiches Streben nach Vertiefung und Verwertung unseres Wissens und Könnens im Sinne des obigen Goethewortes, wenn auch auf sehr verschiedenen Gebieten der an-

gewandten Entomologie. Während Kollege ESCHERICH sein Forschen und Wirken vornehmlich den Schadinsekten, im besonderen der Forstentomologie widmete, wurde mir entgegen eignen Jugendwünschen und Plänen die Betreuung der Honigbiene vom Schicksal als Lebensaufgabe gestellt. Und da wir beide den unschätzbaren Vorteil hatten, zu einem guten Teile aus Eigenem schaffen zu müssen und fruchtbare neue Gedanken in die Waagschale werfen konnten, blieb uns der Erfolg trotz mancher Nackenschläge nicht versagt.

Möge es Kollegen ESCHERICH noch lange vergönnt sein, sich der Auswirkungen seines vorbildlichen Strebens und Schaffens erfreuen zu können. Das ist mein und sicher aller herzlichster Wunsch an ESCHERICHS 80. Geburtstag, die das Glück hatten, ihm auf seinem Lebenswege zu begegnen.

Ich meinerseits glaube darüber hinaus meinem Dank für so manche wertvolle Unterstützung meiner besonderen Bestrebungen keinen besseren Ausdruck verleihen zu können, als wenn ich unter Verzicht auf alle Einzelheiten und ohne den Anspruch etwas wesentlich Neues bieten zu wollen, die eigen- und einzigartige Stellung der Honigbiene in Natur und Wirtschaftsleben ein letztes Mal, gewissermaßen als Vermächtnis in Erinnerung bringe, obgleich ich das in meinem langen Leben und Wirken schon wiederholt getan habe, seitdem ich 1928*) zum ersten Male die Aufmerksamkeit darauf lenkte. Vielleicht ist damit auch dem einen oder anderen Mitgliede unserer Gesellschaft gedient, das Interesse an der Bienenzucht hat. Ich verzeichne deshalb auch die wichtigste Literatur.

Gerade heute scheint mir ein solcher Hinweis besonders wichtig und notwendig zu sein, weil die Honigbiene nicht nur unter all' den Schadinsekten, mit deren Erforschung und Bekämpfung unsere Gesellschaft sich in steigendem Maße befassen muß, sondern auch unter allen Nutz- und Haustieren, die der Mensch sich im Laufe der Jahrhunderte dienstbar gemacht hat, recht einsam steht, ganz gleich auf welchen Standpunkt wir uns stellen. Aber nicht immer begegnet man, selbst unter Fachleuten, dem rechten Verständnis für die Eigenart der Honigbiene und den sich daraus ergebenden wirtschaftlichen und rechtlichen Konsequenzen, von der Einstellung der Allgemeinheit zu ihr ganz zu schweigen, die nur zu gern geneigt ist, auch die Honigbiene wegen ihrer Wehrhaftigkeit förmlich zu den Schadinsekten zu rechnen und am liebsten ganz aus der Nähe des Menschen verbannt sehen möchte.

I. Die morphobiologische Eigenart der Honigbiene

Wo und wie man dieses nützliche Geschöpf auch anpacken mag, stößt man auf Absonderlichkeiten in Bau und Lebensweise, die nirgends im Tierreiche, oft selbst nicht unter ihren nächsten Verwandten Anklänge haben. Einem großen Fragezeichen gleich ziehen sich die Eigenheiten durch ihr ganzes Leben und Weben hindurch. Mit staunender Verwunderung stellt man sich immer wieder die Frage, warum diese oder jene Eigentümlichkeit nur bei der Honigbiene verwirklicht ist, aus dem uns sonst gewohnten Schema herausfällt. Ein paar schlagwortartig hingeworfene Belege mögen das verdeutlichen. Warum muß, um ein allgemein geläufiges Beispiel zu

*) siehe ZANDER, E., Die Honigbiene als Glied der menschlichen Siedlung. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 3, S. 114, 1928.

nennen, jede Biene sterben, die einen Menschen oder eines seiner Haustiere, einen Hund oder Gaul sticht. Die Feststellung, daß daran die Widerhaken ihres Stachels die Schuld tragen, besagt wenig. Wie wunderbar und einzigartig sind die der Verständigung dienenden „Werbetänze". Wie wichtig ist ihre einzigartige „Blumenstetigkeit". Ganz allein steht die Honigbiene mit ihren Fortpflanzungsvorgängen, der einmaligen Begattung der Königin im Fluge, der Überleitung des Samens aus dem Drohnenkörper in ihre Scheide nicht durch äußere Geschlechtsanhänge, sondern durch Ausstülpen des unpaaren, samenerfüllten Endabschnittes der inneren Geschlechtsorgane, des sog. Begattungsschlauches, der Liebestod des Drohns, der den Vorzug hat, sich mit einer Königin zu verhängen, die parthenogenetische Entstehung der Drohnen, die Drohnenschlacht, das Schwärmen mit all seinen Merkwürdigkeiten und vieles andere, wovon in den folgenden Abschnitten noch mehr zu berichten sein wird. Es braucht unter Entomologen wohl nicht des näheren ausgeführt zu werden, daß die Honigbiene als Insekt in Körperbau, Körperbedeckung, Körpergliederung, Bau, Lagerung und Betätigung der Organe, Sinneswerkzeugen und Sinnesäußerungen etwas völlig anderes ist, als all die Wirbeltiere, die der Mensch sich nutzbar gemacht hat. An der Erforschung dieser Besonderheiten haben ich und meine Schüler einen wesentlichen Anteil.**)

Aus diesen Tatsachen allein schon ergibt sich die unabweisbare Forderung, die Bienen als Insekt zu betrachten und zu verstehen suchen. Man kommt selbst damit oft nicht durch; denn die Biene nimmt in vieler Hinsicht auch unter den Insekten eine scharf umgrenzte Sonderstellung ein. Vorstellungen, die am Menschen und seinen großen und kleinen Haustieren gewonnen wurden, kann und darf man nicht oder nicht ohne weiteres auf die Honigbiene übertragen. Das gilt unbeschränkt für den Umgang mit ihr in gesunden und kranken Tagen. Es ist wesentlich schwieriger, ein einziges Bienenvolk biologisch richtig zu pflegen, als ganze Herden von Rindern, Schafen, Schweinen, Hühnern, Gänsen usw. Es gehört viel Wissen und Kenntnis der Eigenheiten der Bienen dazu, wenn der Umgang mit ihnen nicht in einem Kampf auf Tod und Leben ausarten soll. Aber der

---

**) siehe u. a.

ZANDER, E., Vergleichende und kritische Untersuchungen zum Verständnis der Jodreaktion des Chitins. Diss. Erlangen; Arch. f. die ges. Physiol., Bd. 66, 1897.
— — Beiträge zur Morphologie des Stachelapparates der Hymenopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 66, S. 289, 1899.
— — Beiträge zur Morphologie der männlichen Geschlechtsanhänge der Hymenopteren. Ebenda, Bd. 67, S. 461, 1900.
— — Der Stilplan des männlichen Genitalapparates der Hexapoden. Habilitationsschrift, Erlangen 1903.
— — Studien über die Honigbiene *(Apis mellifica)*:
I. Die Gliederung des thorakalen Hautskelettes der Bienen und Wespen. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 95, S. 507, 1910.
II. mit F. STEELWAAG, Bau und Mechanik des Flugapparates der Biene. Ebenda, 1910.
— — III. mit CHR. METZER, Die Verbindung zwischen Vorder- und Mitteldarm bei der Biene. Ebenda, Bd. 96, S. 539, 1910.
— — Das Geruchsvermögen der Bienen. Biol. Zentralbl., Bd. 33, S. 711, 1913.
— — Die Ausbildung des Geschlechts bei der Honigbiene *(Apis mellifica* L.):
— — I. Die postembryonale Entwicklung des Geschlechtsapparates. Zeitschr. f. angew. Entomol., Bd. 3, S. 1, 1916.
II. Die postembryonale Entwicklung des Geschlechtsapparates der Drohne. Ebenda, S. 7, 1916.

Schicksalsweg dieser armen Geschöpfe durch die Menschheitsgeschichte ist mit Bienenleichen gepflastert, die auf den Altären des menschlichen Unverstandes einen unverdienten Opfertod fanden. Bei Seuchenausbrüchen haben die in der Human- und Veterinärmedizin gebräuchlichen und wirksamen Behandlungsmethoden am Bienenstande keinen oder nur unter sinngemäßer Abänderung Wert. Von all diesen Eigentümlichkeiten wird nach und nach noch mehr zu berichten sein, vorerst interessieren

II. Die wirtschaftliche Bedeutung und Eigenart der Honigbiene

Wir leben, wie meines Wissens einmal Kollege Stellwaag sehr richtig bemerkt hat, im Zeitalter der Insekten und ernten nur, was sie uns übriglassen, da sie durchweg als „Schadinsekten" dem Menschen viel zu schaffen machen. Die Honigbiene ist dagegen ein „Nutzinsekt" und wenigstens für die gemäßigte Zone unseres Erdballes und im besonderen für deutsche Verhältnise als von jeher hier einheimisch das einzige Nutzinsekt von wirtschaftlicher Bedeutung und wird es wohl auch für alle Zukunft bleiben.

Man hat zwar wiederholt, namentlich im dritten Reiche, den Versuch gemacht und tut es auch heute noch, auch die Seidenraupe *(Bombyx mori)* bei uns einzubürgern, aber ein sonderlicher Erfolg war diesen Bemühungen bisher nicht beschieden und wird ihnen aller Voraussicht nach auch nie beschieden sein, da die Seidenraupe als Bewohnerin wärmerer Gegenden selbst in Südeuropa zu ihrer Zucht heizbarer Räume bedarf und ihre Futterpflanze, der Maulbeerbaum *(Morus alba)*, unseren Wintern nicht immer gewachsen ist.

Weitaus wichtiger ist die Tatsache, daß die Honigbienen allein unter allen Nutztieren einen doppelten Nutzen bringen, einmal

a) unmittelbar gleich allen übrigen Nutz- und Haustieren durch ihre Erzeugnisse.

Darunter steht an erster Stelle der Honig, den die Bienen aus den zuckerhaltigen Ausscheidungen der Honigdrüsen (Nektarien) der Blüten und auch extrafloraler Pflanzenteile, dem Honigtau auf Blättern, Nadeln und Zweigen in verwickelten Arbeitsgängen,

— — III. mit F. Löschel, Die postembryonale Entwicklung des Geschlechtsapparates der Bienenkönigin. Ebenda, S. 21, 1916.
— — IV. mit K. Meier, Die postembryonale Entwicklung des Geschlechtsapparates der Arbeitsbiene. Ebenda, S. 45, 1916.
— — V. Allgemeine Schlußbetrachtungen. Ebenda, S. 66, 1916.
— — Beiträge zur Variabilität und Vererbung bei der Honigbiene. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 1, 1923.
— — mit Franz Becker, Die Ausbildung des Geschlechts bei der Honigbiene II. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 3, S. 161, 1925.
Himmer, A., Körpertemperaturmessungen an Bienen und anderen Insekten. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 3, S. 44, 1925.
— — Der soziale Wärmehaushalt der Honigbiene I. Ebenda, Bd. 4, S. 1, 1926.
— — Dasselbe II. Ebenda, Bd. 5, S. 1, 1927.
Wohlgemuth, O. E., Die Atemmale (Stigmen) der Honigbiene. Ebenda, Bd. 7, S. 1, 1929.
Siehe auch:
Zander, E., Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen:
Bd. III. Der Bau der Biene. 4. Aufl. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16. 1951.
Buttel-Reepen, H. v., Leben und Wesen der Bienen. Viewig & Sohn, Braunschweig, 1915.
Frisch, K. v., Aus dem Leben der Bienen. J. Springer, Wien.

Eindicken und Anreichern mit säure-, mineral- und fermentreichen Drüsensäften bereiten und, soweit er nicht sofort verbraucht werden muß, als Wintervorrat in den Stöcken aufspeichern. Er ist trotz seines hohen Nähr- und Heilwertes für Muskeln, Herz und Kreislauf viel zu wenig geschätzt*). Auch der Pollen dient neuerdings wegen seines Reichtums an Vitaminen und Wirkstoffen zur Herstellung von Präparaten zur Förderung der Hautbildung z. B. bei Brandwunden. Das Bienenwachs gebraucht man, soweit es nicht in Gestalt der „künstlichen Mittelwände" wieder in den Bienenzuchtbetrieb zurückkehrt, zu Kerzen, Salben, Schuhkreme, Bohnerwachs usw. Aus dem Kittharz *(Propolis)*, das die Bienen namentlich gegen den Herbst zu sammeln, bereitet man vorzüglichen Geigenlack, Mattierungsmittel für Holz, Hühneraugenmittel. Aus dem Bienengift werden Injektions- und Einreibepräparate gegen rheumatische und gichtische Beschwerden gewonnen. Ein Gutteil des unmittelbaren Ertrages aus der Imkerei stammt aus dem Handel mit lebenden Bienen, der Herstellung und dem Vertriebe von Bienenwohnungen und Gerätschaften zur Bienenpflege, Honig- und Wachsgewinnung.

Aus diesen Quellen fließt der deutschen Volkswirtschaft alljährlich ein Betrag von etwa 10 Millionen DM je Million Bienenvölkern zu.

b) Weitaus wichtiger aber ist der mittelbare Nutzen, den die Bienen durch die Übertragung des Blütenstaubes von den Enden der Staubfäden auf die Griffelnarben der Frucht- und Samenanlagen aller auf Fremdbestäubung und Fremdbefruchtung angewiesenen Obstbäume, Beerensträucher und zahlloser sonstiger Nutzgewächse in Feld und Garten stiften**).

Obgleich dabei auch manche anderen Insekten, wie Hummeln, Erd-, Mauer-, Pelz-, Schmalbienen usw. eine gewisse Rolle spielen, werden sie alle von den Honigbienen weit übertroffen, weil diese im Gegensatz zu ihren eben genannten Konkurrenten, die bekanntlich nur einzeln durch den Winter gehen, in mehr oder weniger individuenreichen Gemeinschaften überwintern und daher zur Hauptblütezeit im Mai und Juni in großen Scharen in die blühenden Kulturen gesandt werden, wobei ihnen wenigstens in der Hauptblütezeit ihre einzigartige Blumenstetigkeit, das Beharren bei einer einmal besuchten Pflanzenart, ihre Selbstdressur auf Duft und Farbe, ihr wunderbarer Kundschafterdienst und ihr Verständigungsvermögen durch die mannigfach variablen „Werbetänze", von denen später noch mehr zu berichten sein wird, weitgehend behilflich sind.

Sie werden mit dem Fortschreiten der menschlichen Kultur für diesen Zweck immer unentbehrlicher, weil den „Wildbienen", die im Erdboden oder in abgestorbenen Pflanzenstengeln nisten, durch die zunehmende mechanische und chemische Bearbeitung des Bodens, sowie die Beseitigung der Hecken und ihren Ersatz durch das Drahtgitter die natürlichen Brutstätten und damit die Lebensmöglichkeiten geraubt werden. Die Honigbienen kann man aber bei geeigneten Maßnahmen überall halten.

Vor allem bedarf der Obstbau der Bienenhilfe zur Erzielung mengen- und gütemäßig hochwertiger Erträge, weil gerade die wirtschaftlich wichtigsten Obstarten und -sorten (Äpfel, Birnen, Kirschen, Zwetsch-

---

*) siehe:

KOCH, E., Heilwert des Honigs. Nr. 1 der Schriftenreihe des deutschen Imkerbundes e. V., Nürnberg.

SPÖTTEL, WALT, Honig und Trockenmilch. Joh. Ambr. Barth, Leipzig, 1950.

ZANDER, E., Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen: Bd. VI. mit AUG. KOCH, der Honig. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16, 1927.

**) siehe dazu u. a.

SPRENGEL, CHR. KONR., Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Friedr. Vieweg, der Ältere, Berlin 1793. Faksimile-Druck. Wiss. Classiker, Bd. VII, Mayer & Müller, Berlin 1893.

ZANDER, E., Die Bedeutung der Bienen für die Frucht- und Samenbildung unserer Nutzgewächse. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 2, S. 5, 1924.

— — Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen: Bd. IV. Das Leben der Biene. 5. Aufl. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16. 1947.

gen, Pflaumen) nur bei ausgiebiger Fremdbestäubung reichlich fruchten, was zu 75—100 % durch die Bienen besorgt wird.*)

Darin liegt die eigentliche volkswirtschaftliche Bedeutung der Bienenzucht, um derentwillen die Bienenhaltung jegliche nur mögliche Förderung verdient. Selbst wenn wir ganz auf die einheimischen Erzeugnisse der Bienen verzichten wollten und könnten, müßten wir doch Bienen im Lande halten, um die Frucht- und Samenernten unserer Kulturen unter allen Umständen zu sichern, was um so vollkommener erreicht wird, je mehr und fleißigere Bienen wir halten. Mehr denn je gilt heute diese Forderung des alten Sprengel, der bereits 1811 aus seinen blütenbiologischen Untersuchungen den unumstößlichen Schluß zog, daß jeder Staat zur Erhaltung und Steigerung seiner landwirtschaftlichen Urerzeugung ein stehendes Heer von Bienen halten müßte.**)

c) Trotz aller Aufklärung in Wort und Schrift und durch Versuche werden auch heute noch immer wieder Zweifel an diesen Feststellungen laut, die Bienen sogar verdächtigt, daß sie in unseren Kulturen auch zweckwidrig handeln, indem sie bei ihrer Sammeltätigkeit durch das Herumkrabbeln in den Blüten die der Frucht- und Samenbildung dienenden Blütenteile beschädigten, die Blüten anbissen, wenn sie auf normalem Wege nicht zum Honig gelangen konnten und zur Reifezeit die Früchte nach Anbeißen oder Anstechen bis zur Wertlosigkeit aussaugten.

Um diese Beschuldigungen auf ihre Berechtigung zu prüfen, habe ich 1950 in der Fachpresse eine Umfrage veranstaltet und um Beobachtungsberichte gebeten. Zahlreiche, teilweise höchst interessante Antworten gingen mir zu, die ich in der Zeitschrift für Bienenforschung verarbeitet habe.***) Das Ergebnis kann ich dahin zusammenfassen, daß die Bienen allerdings ihr Nahrungsbedürfnis manchmal auf nicht ganz naturgewollte Weise zu befriedigen suchen und dadurch dem Menschen einen gewissen Schaden zufügen, doch sind die Verluste im ganzen so geringfügig, daß sie kaum ernstlich in Rechnung gestellt werden können; denn

1. Beschädigungen von Blüten durch eigenmächtiges Anbeißen sind in der freien Natur niemals nachgewiesen.
2. An Stein- und Kernobst versündigen sich die Bienen durch Annagen oder Anstechen nur ganz selten.

---

*) siehe:

Ewert, R., Blütenbiologie und Tragbarkeit der Obstbäume. Jahresber. d. Vereinigung f. angew. Botanik. Bd. 3, 1904/05.

v. Rhein, W., Über Arbeiten und Pläne der Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau auf dem Gebiete der Bienenkunde. Deutsch. Imkerführer, Bd. 18/7, 1944.

Zander, E., Obstbau und Bienenzucht. Erlanger Jahrb. f. Bienenkde., Bd. 8, S. 1, 1930.

— — Bienenkunde im Obstbau. 3. Aufl. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16, 1946.

**) Sprengel, Chr. Konr., Die Nützlichkeit der Bienen und die Notwendigkeit der Bienenzucht, von einer neuen Seite dargestellt. Friedr. Vieweg, Berlin, 1811, von Prof. Aug. Krause besorgter Neudruck, Fr. Pfennigstorff, Berlin, 1911.

***) Zander, E., Können die Bienen auch zweckwidrig handeln? Eine Umfrage. Leipz. Bztg. 64/7, S. 146; Der Imkerfreund, Bd. 5/8, S. 147, 1950; Südwestdeutsch. Imker, Jg. 3/3, S. 66, 1951.

— — Können die Bienen auch regelwidrig handeln? Das Ergebnis einer Umfrage über Beschädigungen von Blüten, Obst und Beerenfrüchten durch die Honigbiene (*Apis mellifica* L.). Zeitschr. f. Bienenforschung, Bd. 1, H. 5, 1951.

3. Bei sehr weichhäutigen Beerenfrüchten (Himbeeren, Brombeeren, Maulbeeren) richten sie auf sehr verschieden angegebene Weise manchmal etwas mehr Schaden an, der aber durch frühzeitige Ernte in tragbaren Grenzen gehalten werden kann und in gar keinem Verhältnis zu den Werten steht, die die Bienen als Pollenüberträger bei der Fruchtbildung schaffen.
4. Auch ergibt sich aus den zahlreichen Antworten, daß
   a) die Bienen nur in trachtlosen Zeiten zu zweckwidrigen Handlungen neigen und
   b) die Früchte überreif und süß sein müssen; an die sauren Johannisbeeren gehen sie zu keiner Zeit.
5. Es dürfte auch keinem Zweifel unterliegen, daß bei den Klagen über Bienenschäden gar oft Wespen und andere Insekten mit den Bienen verwechselt werden.

III. Bienen, Bau und Beute

Weit mehr aber noch kommt die Eigenart der Honigbienen in Lebensgewohnheiten zum Ausdruck, die kaum bei anderen Tieren, vielfach selbst nicht bei ihren nächsten Verwandten, irgend welche Anklänge finden.

a) Die Bienen. Obgleich hinter den enggestellten Mauern ihrer Behausungen, allgemein „Beuten" genannt, Zehntausende von körperlich selbständigen, geschlechtlich differenzierten Einzelwesen leben, indem sich zu der „Königin" als einzigem geschlechtlich voll entwickelten Weibchen ständig in den „Arbeitsbienen" ein wechselnd zahlreiches Heer von geschlechtlich unvollkommenen Weibchen und in den Sommermonaten eine gewisse Anzahl von Männchen, die sog. Drohnen, gesellen, dürfen wir doch eine solche Individuenansammlung, gewöhnlich „Bienenvolk" genannt, nicht etwa als eine Herde ansprechen; denn die Glieder eines Bienenvolkes sind auf die Dauer allein nicht lebensfähig, sondern in ihren Bedürfnissen und Verrichtungen auf das engste von einander abhängig.

Königin und Drohnen können sich nicht einmal dauernd selbst ernähren und sind in ihrer Ernährung ganz auf die Arbeitsbienen angewiesen. Sie sorgen lediglich durch die Erzeugung von Eiern und Samenfäden für die Fortpflanzung, die Erhaltung der Gattung und Art. Aus ihren befruchteten Eiern gehen gewöhnliche Arbeitsbienen, bei Bedarf unter besonderen Pflegebedingungen neue Königinnen hervor. Die Drohnen entstehen auf parthenogenitischem Wege aus unbefruchteten Eiern, wodurch die sonst für beide Geschlechter gültigen Vererbungsgesetze bei den weiblichen und männlichen Volksgliedern verschieden sind.

Alle für die Erhaltung der Gemeinschaft notwendigen Arbeiten innerhalb und außerhalb der Beuten obliegen unter weitgehender Arbeitsteilung den Arbeitsbienen.

In den ersten etwa 20 Tagen ihres imaginalen Lebens betätigen sie sich als „Jung- oder Stockbienen" innerhalb der Beuten in unter normalen Verhältnissen gesetzmäßig geregelter Arbeitsfolge, worüber uns RÖSCH (1925, 27) *) erstmalig unterrichtet hat. Nachdem sie ihre Brutzellen gesäubert und für eine neue Belegung mit einem Ei durch die Königin bereit gemacht haben, widmen sie sich in der sommerlichen Brutzeit dem Füttern der Maden je nach Alter und Geschlecht mit den eiweiß- und fettreichen Sekreten ihrer im Kopfe gelegenen „Futtersaftdrüsen" oder mit Honig und Pollen**). Sie verarbeiten, verteilen und speichern die von anderen Volksgliedern herbeigeschafften Nahrungs- und Baustoffe. Um die Mitte dieses Lebensabschnittes scheiden sie aus den

*) RÖSCH, G. A., Untersuchungen über die Arbeitsteilung im Bienenstaat. Zeitschr. f. vergl. Physiol. Bd. 2, S. 571, 1925.
— — Über die Bautätigkeit und das Alter der Baubienen. Ebenda Bd. 6, H. 2, 1927.

**) Siehe VON RHEIN, W., Über die Ernährung der Drohnenmaden. Zeitschr. f. Bienenforschung Bd. 1, H. 4, 1951.

vier Wachsdrüsen an der Bauchseite ihres Hinterleibes, die sonst nirgends in dieser Ausbildung vorkommen, das Wachs ab, aus dem die Baubienen die kunstvollen Waben für Brut und Vorräte bauen (siehe später). Zwischendurch machen sie kurze Ausflüge, um sich über den Stand ihrer Behausung zu unterrichten, und schließlich stellen sie sich als Wächter vor das Flugloch, um mit Hilfe ihres feinen Geruchsvermögens fremde Gäste vom Stocke fernzuhalten.

Ein naturgemäß zusammengesetztes Bienenvolk soll etwa zu zwei Dritteln aus Jungbienen bestehen.

Dazu gesellt sich etwa ein Drittel älterer „Flug- oder Sammelbienen", die all' das von draußen hereinschaffen, was die Gemeinschaft zum Leben benötigt. Sie sammeln mit ihren zierlichen Saugrüsseln das Wasser und den Honig, tragen beides in der Honigblase ihres Vorderdarmes heim, damit die Stockbienen es weiterverarbeiten und verteilen. Sie sammeln mit ihren Kiefern und Beinen den eiweiß-, fett- und vitaminreichen Blütenstaub, den sie zu festen Klümpchen (Höschen) in den „Körbchen" der Hinterbeinschienen zusammenballen, hinter und über der Brut ablagern, wo er von Jungbienen in den Zellen der Waben zusammengestampft und mit Honig überzogen wird***). Namentlich gegen den Herbst zu tragen sie von allerlei Baumknospen die harzigen Überzüge in den Körbchen nach Hause (Kittharz), um damit Ritzen und sonstige Undichtigkeiten der Stöcke zu beseitigen.

Obgleich ihnen durch einen wunderbar feinorganisierten Kundschafterdienst und die eigenartige Verständigung über Ort, Zeit und Ergiebigkeit der Erntemöglichkeiten durch entsprechend modifizierte „Werbetänze" der Kundschafter nach Entdeckung einer Erntequelle auf den fluglochnahen Wabenbezirken, sowie ihre Selbstdressur auf Farbe und Duft der Blüten die Sammelarbeit außerordentlich erleichtert wird†), können sie in der sommerlichen Flugzeit dieselbe nur etwa zwei Wochen lang ausüben. Nach fünf- bis sechswöchiger Gesamtlebensdauer sinken sie irgendwo auf ihrem Arbeitsfelde ins Gras, so daß sich der Arbeitsbienenbestand eines Volkes innerhalb 1½ bis 2 Monaten völlig erneuert. Erst vom August ab treten an die Stelle dieser kurzlebigen mageren „Sommerbienen" die langlebigen „Winterbienen", die infolge reichlicher Pollenaufnahme nicht nur Reserven an Eiweiß und Fett in den unter dem Hinterleibspanzern verteilten „Eiweiß-Fettpolstern" für die Bruternährung im zeitigsten Frühjahr aufspeichern, sondern auch damit zugleich ihre Lebensdauer so verlängern, daß sie im neuen Frühjahr auch alle sonstigen, für die Gemeinschaft lebensnotwendigen Aufgaben im Innen- und Außendienst erfüllen können, bis sie von dem neuen Geschlecht der Sommerbienen abgelöst werden, eines der größten Wunder, das uns das Bienenvolk darbietet*), dessen praktische Bedeutung gar nicht hoch genug eingeschätzt werden kann. In der herbstlichen Ernährung spielt der Pollen eine sehr wichtige Rolle. Daß er in ausreichender Menge zur Verfügung steht, ist eine der vornehmsten Aufgaben des Imkers, die durch späte Aussaat pollenreicher Gewächse, wie Hanf, Mohn, Senf u. dgl. oder Wandern in Heidegebiete erfüllt werden kann.

Die Bienen in ihrer ganzen Wesens- und Lebensart richtig zu verstehen, muß man sich bei allen Maßnahmen zu ihrer Pflege in guten und schlechten Zeiten, in gesunden und kranken Tagen, immer bewußt bleiben, vor allem nie vergessen, daß ein Bienenvolk keine Herde gleichartiger, höchstens nach dem Geschlecht unterschiedlicher Einzelwesen ist, für deren

---

***) Siehe Hirschfelder, H., Quantitative Untersuchungen zum Polleneintragen der Bienenvölker. Zeitschr. f. Bienenforschung Bd. 1, H. 4, 1951.

†) Siehe über diese wunderbaren Vorgänge im besonderen die neueren Untersuchungen von v. Frisch:

Die Werbetänze der Bienen und ihre Auslösung. Die Naturwiss. Bd. 30/19, 1942.

Die Tänze der Bienen. Österr. zool. Zeitschr. Bd. 1, H. 1/2, 1946.

Die Sprache der Bienen und ihre Bedeutung. Der Imkerfreund II/2/3, 1947.

Gelöste und ungelöste Rätsel der Bienensprache. Die Naturwiss. Bd. 35/1, 2, 1948.

Die Polarisation des Himmelslichtes als orientierender Faktor bei den Tänzen der Bienen. Experientia V/4, S. 142, 1949.

Die Sonne als Kompaß im Leben der Bienen. Ebenda VI/6, S. 210, 1950.

Orientierungsvermögen und Sprache der Bienen. Die Naturwiss. 38/5, 1951.

*) Maurizio, A., Beobachtungen über die Lebensdauer und den Futterverbrauch gefangengehaltener Bienen. Beihefte z. Schweiz. Bztg. B. II, H. 13, 1946.

Gesamtheit es völlig nebensächlich bleibt, ob man dieses oder jenes Glied herausgreift oder hinzufügt. Es bleibt immer eine Herde. Ein Bienenvolk aber ist eine aus sich selbst, d. h. aus der Königin herausgewachsene Gemeinschaft körperlich zwar selbständiger, aber sonst auf Gedeih und Verderb verbundener Individuen, in die man nur unter sorgsamer Beachtung ihrer Gliederungsgesetze teilend oder vereinigend eingreifen darf. Die Formel: Bienenvolk = Königin + $^2/_3$ Jungbienen + $^1/_3$ Flugbienen + im Sommer Drohnen und Brut muß uns stets gegenwärtig sein. An der ständigen Mißachtung dieser Forderung scheitert gar manche imkerliche Laufbahn, sterben alljährlich ungezählte Bienenvölker. Das ist eine der wichtigsten Grundlagen für den Umgang mit den Bienen in Pflege und Forschung, ein auch für den angewandten Entomologen unumgängliches Wissensgut, wenn er mithelfen will, das Verständnis für die Bienen zu fördern.

Trotz aller Anpassungs- und Wandlungsfähigkeit der Bienen kann der Ausfall einer Gemeinschaftsgruppe, sei es der Brut, der Jung- oder Flugbienen auf irgendeiner Betätigungsstufe durch Imkersünden, Krankheiten, Vergiftung oder sonstwie den Untergang des ganzen Volkes nach sich ziehen, wenn es nicht gelingt oder nicht möglich ist, durch entsprechende Maßnahmen einen Ausgleich zu schaffen. Brutrückgang oder Ausfall hemmt die Erstarkung der Völker. Der Verlust an Flugbienen führt schädliche Ernährungsverhältnisse herbei. Der unersetzliche Verlust der Königin hat in der brutfreien Zeit stets den Untergang des Volkes zur Folge und führt auch in der Brutzeit dazu, wenn es an Drohnen zur Begattung der etwa von den Bienen nachgezogenen Königin mangelt. Aus eigenen Eiern können die Arbeitsbienen keine Königin erziehen, da sie infolge ihrer verkümmerten Geschlechtsorgane nicht begattungsfähig sind, so daß aus ihren Eiern nur Drohnen entstehen.

b) Der Bau. Die biologische Eigenart der Bienen ist aber damit noch bei weitem nicht erschöpft. Im Gegensatz zu unseren sämtlichen Haustieren, die zwar heute durchweg und dauernd im Stalle gehalten werden, aber von Natur aus Geschöpfe der freien Wildbahn waren und auch heute noch froh sind, wenn sie wenigstens vorübergehend sich im Freien tummeln können, bedurften die Bienen von jeher auch in der freien Natur eines schützenden Wohnraumes, ganz gleichgültig, ob das in fernen Zeiten eine Felshöhle, ein hohler Baum im Urwald war oder wie heute ein Strohkorb oder ein mehr oder weniger verkünstelter Bretterkasten ist.

Zwar kommt es vor, daß ein unbeachtet ausgezogener Schwarm sich im dichten Geäste einer Hecke oder sonstwo frei einnistet und gleich der indischen Zwerg- *(Apis florea)* und Riesenbiene *(A. dorsata)* sein Wabenwerk baut und den Sommer über ungeschützt sein geheimnisvolles Leben führt, aber jeder Winter macht der Herrlichkeit ein baldiges Ende. In dieser Hinsicht stimmt die europäische Honigbiene *(Apis mellifica L.)* mit der indischen Honigbiene *(Apis indica L.)* überein.

Diese Behausung ist aber kein leerer Raum, von dessen Decke etwa die Bienen bartartig herunterhängen, sondern von den Insassen höchst kunstvoll für die Bedürfnisse der Brutentwicklung und Vorratsspeicherung mit den aus dem Wachs der Jungbienen mittleren Alters aufgebauten vielzelligen Waben eingerichtet, die im Gegensatz zu allen sonstigen wabenbauenden Hautflüglern, wie Wespen, Hornissen, stachellose Bienen, die nur waagrechte, aus einer Schicht senkrechter Zellen bestehende Waben bauen, senkrecht von der Decke des Wohnraumes herunterhängende und doppelseitig aus waagrechten sechsseitigen, auf eine gemeinsame Grundplatte, die sog. Mittelwand, aufgesetzte Zellen gebildete Waben aufführen. Das ist eine höchst beachtliche biologische Eigentümlichkeit, von der keine Brücke zu den übrigen wabenbauenden Hautflüglern hinführt. Dadurch wird eine außerordentliche Vereinfachung

und bessere Ausnutzung des Wohnraumes erreicht. Darauf gehen all' die technischen Erfindungen des modernen Bienenzuchtbetriebes letzten Endes zurück (künstliche Mittelwände, Mittelwandpressen, bewegliche Waben, Honigschleudern usw.).

Obgleich äußere Umstände mancherlei Art, Platzmangel, Sinnlosigkeiten und Nachlässigkeiten der Imker zuweilen die Bienen zwingen, die Waben mehr oder weniger unregelmäßig im sog. Wirrbau aufzuführen, folgt in der Regel ihre Verteilung und Verwendung in dem gegebenen Raume ganz bestimmten Gesetzen, die man unter der Bezeichnung „Nestordnung" zusammenfaßt.

Was die Anordnung der Waben betrifft, besagt sie, daß:

1. die Waben je nach der Gestaltung der Beute hoch und schmal (Hochwaben) oder niedrig und breit (Breitwaben) sein können,
2. die Waben quer hinter dem Flugloch hängen (Querbau, Warmbau) oder naturgemäßer auf dasselbe zulaufen können (Längsbau, Kaltbau), aber
3. der Abstand der Waben so gehalten wird, daß er von Mittelwand zu Mittelwand ziemlich genau 35 mm beträgt.

In der Verwendung der Waben für die genannten Zwecke machen die Bienen einen Unterschied zwischen den äußeren „Deckwaben", die je nach der Wabenstellung vorn und hinten, rechts und links hängen, und den dazwischen untergebrachten „Brutwaben", deren Gesamtheit das „Brutnest" bildet.

Während die Deckwaben entweder leer oder mit Honig und Blütenstaub gefüllt sind, enthalten die Brutwaben in der sommerlichen Brutzeit daneben auch Brut in allen Stadien, Eier, Maden, Puppen, die als mehr oder weniger geschlossene Platten (Brutplatten) eine zeitlich wechselnde Fläche der Waben einnehmen. Dabei folgt die Verteilung der Inhaltsbestandteile der einzelnen Waben dem generellen Gesetz, daß die lufthungrige Brut stets nahe dem Flugloche liegt, an die sich ein Kranz mit Pollenzellen und daran der Bogen der Honigzellen anschließt. In Hochwaben ordnen sich diese Inhaltsbestandteile der Zellen über-, in Breitwaben hintereinander ohne Rücksicht auf die Wabenstellung im Stock.

Das sind biologisch und praktisch bedeutsame Eigentümlichkeiten, die jedem, der sich mit den Bienen beschäftigt, heilig sein müssen. Es ist ein Verbrechen an den Bienen, an ihrer Nestordnung eigenmächtige Veränderungen vorzunehmen. Wie das vermieden wird, kann hier im einzelnen nicht geschildert werden. Band V meines Handbuches gibt darüber erschöpfenden Aufschluß.*)

Wie ich in Band IV meines Handbuches**) bereits sehr eindringlich betonte, ist das Volk der Bienen jahraus, jahrein an seinen Wabenbau, gewöhnlich kurz „Bau" genannt, gekettet, mit ihm geradezu zu einer Einheit verwachsen.

Während der Brutzeit im Frühjahr und Sommer wird die Gebundenheit an den Bau durch die darin ruhende und reifende Brut verdeutlicht, die gewissermaßen die Brücke zwischen den Bienen und den über oder hinter ihr lagernden Futtervorräten bildet. Sie bleibt aber auch in der brutfreien Winterszeit erhalten, nur tritt an die Stelle der Brut die sog. Wintertraube der Bienen, die als Einheit zwischen Flugloch und Vorräten in den Wabenzwischenräumen (Wabengassen) sich zusammendrängt und je nach Wabenstellung und Beutenform langsam nach oben oder hinten dem Futter nachrückt.

---

*) Zander, E., Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen: Bd. V. Die Zucht der Biene. 7. Auflage. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16, 1949.

**) Zander, E., Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen: Bd. IV. Das Leben der Biene. 5. Auflage. Ebenda 1947.

c) Die Beute. Durch den Wabenbau sind schließlich die Bienen auch an ihre Behausung gefesselt, ganz gleichgültig, ob die Waben, wie im Naturzustande und in den alten Körben, fest an die Decke und Seitenwände der Beute angebaut sind, oder, wie in den modernen Kästen, von den Bienen in herausnehmbare Holzrähmchen eingebaut werden müssen. Dadurch werden Bienen, Bau und Beute zu einer Einheit zusammengeschweißt, für die unsere Vorfahren das bezeichnende Wort „Der Bien" geprägt haben, obgleich sie über die inneren Zusammenhänge und Vorgänge nicht so gut im Bilde waren, wie wir heute. Trotzdem wird aber gerade heute diese Einheit gar oft mißachtet und das Bienenvolk in völlig naturwidrige Verhältnisse gezwungen. Beim Bau der Beuten und ihrer Einrichtung, bei manchem Eingriff in die Stöcke wird schwer gegen die Einheit der heiligen drei B gesündigt. Vor allem müssen Wabenstellung und Beutenform derartig aufeinander abgestimmt sein, daß die Bienen zu jeder Zeit in den Wabengassen zu ihren Futtervorräten gelangen können. In der sommerlichen Flugzeit spielt das zwar keine sonderliche Rolle, weil die Bienen in der warmen Jahreszeit in jeden Winkel der Beute gelangen können. Aber im Winter ist das von lebenswichtiger Bedeutung, weil die Wintertraube nur in den leicht vorgewärmten Wabengassen vom Flugloche weg dem Futter nachrücken kann. Aber leider wird ihnen das durch verkehrte Beuteneinrichtung gar oft unmöglich gemacht.

IV. Die Schattenseiten des Gemeinschaftslebens der Bienen

So wunderbar, ideal, und man sagt sogar vorbildlich das innige Gemeinschaftsleben der Bienen auch sein mag, darf man doch nicht verschweigen, daß es auch ernstliche Schattenseiten hat.

Das gilt vor allem in gesundheitlicher Hinsicht; denn es leuchtet ohne weiteres ein, daß eine erstmalige Ansteckung eines oder einiger Volksglieder sich nur zu leicht über die ganze Gemeinschaft eines Stockes und bei Unachtsamkeit und Nachlässigkeit des Imkers Hand in Hand mit dem Räubern und Verfliegen der Bienen über den ganzen Stand und darüber hinaus auf Nachbarstände verbreiten kann.*) Die Gefahr ist sehr groß, gleichgültig, ob es sich um Brut- oder Bienenkrankheiten handelt, zumal seit der Einführung der beweglichen Waben, die in jedem Falle als Hauptträger der Krankheitserreger angesprochen werden müssen. Mit ihnen werden die Krankheitskeime bei dem unverantwortlichen Verhängen der Waben von einem Stock in den anderen, wie es landauf, landab geübt wird, verschleppt.

Als 1907 der langgehegte Plan der bayerischen Imkerschaft, eine staatliche Forschungs-, Lehr- und Beratungsstelle für die heimische Bienenzucht zu erhalten, durch die Angliederung der damaligen „Kgl. Anstalt für Bienenzucht" an das Zoologische Institut der Universität Erlangen seitens des Staatsministeriums des Innern eine höchst bescheidene

*) Siehe:

ZANDER, E., Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen: Bd. I. Die Brutkrankheiten und ihre Bekämpfung. 6. Auflage. Eugen Ulmer, Ludwigsburg, Körnerstr. 16, 1951.

— — Dasselbe: Bd. II. Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. 5. Auflage. Ebenda 1947.

BORCHERT, A., ABC der Bienenkrankheiten. Deutscher Bauernverlag 1950.

Erfüllung fand und mir die Leitung der wissenschaftlichen Abteilung übertragen wurde, geschah das in erster Linie, um die überhandnehmenden Bienenkrankheiten zu erforschen und wirksamer zu bekämpfen.

Dabei wurde es mir sehr rasch klar, daß der ganze damalige Bienenzuchtbetrieb so naturwidrig und unhygienisch wie möglich war. Untergebracht noch vielfach in Strohkörben mit festem Bau oder in, trotz beweglicher Waben, nicht minder schwer zugänglichen, nur von hinten zu öffnenden Kästen, waren die Bienen dauernd der Gefahr der Ansteckung ausgesetzt, da die Imker selbst die einfachsten Forderungen der Reinlichkeit im Umgang mit den Bienen vernachlässigten, den Wabenbau unverantwortlich lange ohne Erneuerung in den Stöcken ließen und durch seine wahl- und gedankenlose Verwendung in beliebigen Stöcken, ohne Rücksicht auf ihre Herkunft, das Menschenmögliche zur Verbreitung der Seuchen beitrugen, zumal die gedrängte Anordnung der Bienenstöcke neben- und übereinander in einem Bienenhause der Seuchenverbreitung den größten Vorschub leistet.

Das veranlaßte mich, in Wort und Schrift bei jeder sich bietenden Gelegenheit für eine hygienische Betriebsweise zu werben. Diese Ratschläge wurden erstmalig 1910 im ersten Band meines Handbuches niedergelegt und bei der Neuanlage des Erlanger Bienengartens verwirklicht. Es ist hier nicht der Platz, auf Einzelheiten einzugehen. Nur die wesentlichen Punkte seien kurz zusammengestellt.

1. Man lasse im Verkehr mit anderen Imkern bei Völker-, Beuten-, Gerätschaftenerwerb die größte Vorsicht walten. Ohne Gewähr für völlige Gesundheit soll kein Handel abgeschlossen werden. Nach geglücktem ersten Anfange suche man alles nach Möglichkeit aus dem eigenen Betrieb zu decken.

2. Man dränge nicht soviele Völker unter einem Dache zusammen. Durch Räubern und Verfliegen der Bienen wird die Seuchenverbreitung begünstigt. Die Einzelaufstellung der Völker, wie sie auf der ganzen Welt unter den verschiedensten klimatischen Verhältnissen, abgesehen vom deutschen Sprachgebiet, üblich ist, kommt der ursprünglichen weiträumigen Unterkunft der Bienen im Walde am nächsten und ist hygienisch unbedingt am einwandfreiesten. Da nun aber der Deutsche an sein Bienenhaus gewöhnt ist, sei man wenigstens so vernünftig, auf größeren Ständen die Völker auf kleinere Gruppen zu verteilen, die Flugseiten der Stöcke durch Farbenmarken recht unterschiedlich zu kennzeichnen, durch Zwischenschiebe zwischen den Kästen den nachbarlichen Verkehr und das Verfliegen möglichst einzudämmen und die Kästen so zusammenzustellen, daß jeder jederzeit im Ernstfalle leicht herausgenommen und behandelt werden kann.

3. Man lasse bei allen Maßnahmen an den Stöcken die peinlichste Reinlichkeit an Händen und Gerätschaften walten, nehme keine Kästen, Rähmchen u. dgl. ungereinigt in Gebrauch. Feuer, Salmiakgeist und Sodalauge sind die wichtigsten Behelfe für jeden Imker.

4. Die regelmäßige Erneuerung des Wabenbaues im Umlaufe von zwei, höchstes drei Jahren ist und bleibt die wichtigste hygienische Maßnahme, nicht nur zur Vorbeugung der Brutkrankheiten, sondern auch der Bienenkrankheiten und aller sonstigen Schädigungen. Um das leicht überwachen zu können, müssen Kästen und Rähmchen an leicht sichtbarer Stelle gleichlautend numeriert werden.

5. Da wir keine Mittel haben, die ausgebauten Waben ohne Schädigung des Wachsbaues zu entkeimen, ist ihre wahllose Verwendung in verschiedenen Stöcken sehr bedenklich. Nur durch eine tunlichst gesonderte Behandlung der Völker können wir der Ansteckungsgefahr vorbeugen, indem wir jedem Volke nur solche Waben einhängen, die es selbst gebaut hat oder in Ermangelung solcher, künstliche Mittelwände, was gleichfalls durch gleichlaufende Numerierung von Kästen und Rähmchen gesichert wird.

6. Die Frage einer etwaigen Seuchenfestigkeit gewisser Bienenvölker ist noch nicht genügend abgeklärt. Feststeht vorerst nur eine gewisse Gruppenimmunität insofern, als die Brutkrankheiten mit Ausnahme der Stein-

brut (Pericystismykose) nicht auf die erwachsenen Bienen übergehen, die Brut nicht für die Bienenkrankheiten empfänglich ist. Bei der Nosemaseuche sind Brut und eben geschlüpfte Bienen gesund und bleiben es, wenn sie vor Ansteckung bewahrt werden. Die Milben befallen vornehmlich die jungen Bienen. Doch lassen sich diese Befunde nur schwer bei der Seuchenbekämpfung mit Erfolg verwerten. Wohl ist es möglich, die gesunden und kranken Volksteile einigermaßen zu trennen, aber das erfordert viel Sorgfalt und imkerliche Erfahrung, die man selten findet. Auch entsteht dabei ein naturwidrig zusammengesetztes Volk, das allein schon daran zugrunde gehen kann, wenn es nicht gelingt, durch entsprechende Pflegemaßnahmen einen vorübergehenden Ausgleich zu schaffen. An dem selten vorhandenen Verständnis für diese Erfordernisse scheitert daher meistens jeder Heilversuch, so daß nur die Vernichtung der kranken Völker und die gründliche Desinfektion aller erhaltungswürdigen Überreste (Kästen, Rähmchen usw.) übrig bleibt. Mit Medikamenten ist gar nichts zu wollen. Die Hauptsache bleibt unter diesen Umständen, vorbeugend auf die Gesunderhaltung der Völker hinzuarbeiten, indem man durch sorgsame Bienenpflege, naturgemäße Ernährung mit Pollen und Honig, regelmäßige Erneuerung der Königinnnen, die in starken, naturgemäß zusammengesetzten und akklimatisierten Bienenvölkern schlummernden Abwehrkräfte gegen Seuchen nach Kräften zu fördern sucht.

7. Um bei den unvermeidlichen Kontrollen vorkommender Seuchenfälle die Bienen tunlichst im Zaum zu halten und das Räubern fremder Bienen zu verhüten, mache man ausgiebigen Gebrauch von der rohen, roten Karbolsäure in fünfprozentiger Aufschwemmung, die nach wie vor das wirksamste Besänftigungs- und Abwehrmittel der Bienen ist.

8. Da die Untersuchung der Völker trotz der Beweglichkeit der Waben in den früher allgemein benutzten Beuten mit Hinterbehandlung und querhängenden Waben für Bienen und Untersucher eine umständliche und schmerzhafte Arbeit war und ist, weil zur sicheren Beurteilung der inneren Völkerverfassung der ganze Wabenbau herausgenommen und nachher wieder zurückgehängt werden muß, konstruierte ich in der „Zanderbeute“ einen von oben zu behandelnden Stock mit Breitwaben in Längsstellung, aus dem unter Anwendung des „Karbollappens“ an jeder beliebigen Stelle eine Wabe hochgezogen, über dem Stock betrachtet und danach an ihren Platz zurückgehängt werden kann, ohne die Nachbarwaben zu berühren oder aushängen zu müssen. Die Beute hat bis in die Gegenwart weitere Verbesserungen erfahren und stellt nach fachmännischem Urteil des In- und Auslandes eine für den praktischen Betrieb und wissenschaftliche Studien sehr vorteilhafte Beute dar, wie sie mit geringfügigen Abweichungen, abgesehen vom deutschen Sprachgebiet, so ziemlich auf der ganzen Welt gebräuchlich ist. Einzelheiten sind aus Band V meines Handbuches zu entnehmen. Die erste ausführliche Beschreibung der Beute und ihrer Handhabung gab ich in der 5. Flugschrift unserer Gesellschaft, die zahlreiche Auflagen erlebte.*)

Nicht minder große Schwierigkeiten erwachsen allen züchterischen, auf Veredelung und Leistungssteigerung der Völker gerichteten Bestrebungen aus dem Gemeinschaftsleben und der Aufgliederung der Völker in geschlechtlich vollkommene und unvollkommene Gruppen. Der wirtschaftliche Wert eines Bienenvolkes steckt in seinen Arbeitsbienen, die den Honig sammeln, das Wachs und Kittharz herbeischaffen und bei ihrer Sammeltätigkeit die Bestäubung der Frucht- und Samenanlagen unserer Nutzgewächse besorgen. Aber da sie sich nicht fortpflanzen, ihre Eigenschaften nicht auf Ihresgleichen vererben können, sind sie züchterisch in keiner Weise beeinflußbar. Das ist nur bei der Königin und den Drohnen als geschlechtlich vollkommenen, fortpflanzungsfähigen Volksgliedern möglich. Obgleich sie nicht das geringste von den wirtschaftlichen Werten schaffen, um deretwillen wir die Bienenzucht betreiben, schlummern doch in ihnen auch die Eigenschaften der Arbeitsbienen und

*) ZANDER, E., Zeitgemäße Bienenzucht: I. Bienenwohnung und Bienenpflege. 5. Flugschrift d. deutsch. Ges. f. angew. Entomologie. Paul Parey, Berlin 1917—44.

erwachen in jedem befruchteten Ei zu neuem Leben und Segen. Das Züchten geht daher bei den Bienen nur auf Umwegen, um deren Bewältigung ich mich schon frühzeitig bemühte, indem ich mit meinen Schülern Becker, Löschel und Meier die wissenschaftlichen Grundlagen der Königinnenzucht schuf (zit. S. 54) und den Imkern ihre Bedeutung und Durchführung nahezubringen suchte. Die ersten Anleitungen gab ich in der 6. Flugschrift unserer Gesellschaft*), die gleichfalls bis 1944 fünf Auflagen erleben konnte. Die Zucht wird auch noch durch weitere Eigentümlichkeiten der Bienen erschwert, von denen im nächsten Abschnitt zu berichten sein wird. Zudem sind wir von der Verwertung der durch die parthenogenetische Entstehung der Drohnen verwickelten Vererbungsregeln noch weit entfernt. Der Mehrzahl der Imker wird sie immer ein Buch mit sieben Siegeln bleiben.

V. Der Bien und sein Lebensraum

Je länger ich mich mit den Bienen beschäftige, um so mehr komme ich zu der Überzeugung, daß das Wesen des Biens durch die drei eben hervorgehobenen Komponenten: Bienen, Bau und Beute, nur sehr unvollkommen charakterisiert wird. Sie bilden gewissermaßen nur den Kern, das Zentrum einer wesentlich größeren biologischen Einheit. Denn ähnlich wie unser Erdball von einer hohen Luftschicht umhüllt wird, gehört zu dem zentralen Kern des Biens der von den Bienen regelmäßig beflogene Umkreis ihres Stockes, der nach allen Seiten 1½—2 km, zuzeiten auch mehr umfaßt. Ohne ihn ist der Bien überhaupt nicht denkbar, nicht lebensfähig. In ihm spielen sich die wichtigsten Lebensvorgänge der Bienen ab, ohne ihn ist eine gedeihliche Bienenzucht gar nicht durchführbar. Nahrungserwerb und Fortpflanzung gehen in ihren biologisch und praktisch wichtigsten Phasen hier vor sich. Darin kommen die Bienen auch mit den nichtimkernden Menschen, mit Wild- und Nutztieren in Berührung, was manches nachbarrechtliche Problem auslöst.

Diesen Lebensraum betrachtet jede Biene von frühester Jugend an als ihr Eigentum. Ein unbezähmbarer Drang nach außen beherrscht die Bewohner jedes Bienenstockes mit Ausnahme der Königin, die nur zweimal in ihrem mehrjährigen Leben ihre Behausung verläßt, am Beginn und am Ende ihres Wirkens in ihrer Gemeinschaft.

Dieser Drang nach außen dient einmal dem Nahrungserwerb, dem Herbeischaffen von Wasser, Honig und Pollen. In dem Lebensraume muß unbedingt genügend Nahrung vorhanden sein, wenn das Bienenvolk gedeihen soll. Bei Flugwetter ist in der sommerlichen Flugzeit die Sammlerschar ständig unterwegs. Dabei kümmern sich die Bienen um keine Grenzen außer denen, die ihnen ihre maximale Orientierungsfähigkeit zieht. Wenn ihr Besitzer nicht über sehr großen Grundbesitz verfügt, weiden seine Bienen immer auch auf fremden Fluren.

Sie sammeln den Honig und Pollen auch in des nichtimkernden Nachbarn Garten, holen ihr Wasser auch aus seinen Gräben oder Gießtonnen, ob es ihm paßt oder nicht. Und er soll froh sein, daß sie so handeln; dabei fördern sie auch den Frucht- und Samenansatz seiner Obstbäume und sonstiger Nutzgewächse.

*) Zander, E., Zeitgemäße Bienenzucht: II. Zucht und Pflege der Bienenkönigin. 6. Flugschr. d. deutsch. Gesellsch. f. angew. Entomologie. P. Parey, Berlin 1917—44.

Das Ausflugsbedürfnis dient weiter der Darmentleerung und Beseitigung aller Abfälle im Stock (Bienenleichen, Wabenbrocken, vernichtete Eindringlinge usw.), soweit sie die Bienen bewältigen können.

Alle Bienenleichen werden in gesunden und kranken Tagen aus den Stöcken geschleppt. Meistens verlassen die Kranken schon vor ihrem Ende ihre Beute, um draußen zu sterben. Durch verseuchte Kotmassen, verwesende kranke Bienenleichen wird auf diese Weise die ganze Umgebung eines verseuchten Standes in Mitleidenschaft gezogen, da gesunde Bienen des eigenen und anderer Stände bei ihrer Sammeltätigkeit die Krankheitskeime mit aufnehmen können und verbreiten. Daher müssen bei allen schlimmen Seuchenausbrüchen (Faulbrut, Nosema und Milben) nicht nur der ganze befallene Stand, sondern auch alle Stände in seinem Flugkreise als verseucht oder seuchenverdächtig betrachtet, untersucht und nötigenfalls behandelt werden.

Der Drang nach außen beherrscht auch die Fortpflanzungsvorgänge, vor allem in der sog. Schwarmzeit des Mai und Juni, wenn etwa die Hälfte der flugfähigen Gemeinschaftsglieder zur Erneuerung der verbrauchten alten mit ihr oder mit einer neuen jungen Königin den Stock als Vor- oder Nachschwarm verläßt, um nach vorübergehendem Sammeln außerhalb der Beute sich ein neues Heim zu suchen, wenn der Imker den Schwarm nicht rechtzeitig einfängt und als neues Glied seinem Stande einfügt.

Dieses vorübergehende Sammeln der ausziehenden Schwarmbienen ist eine biologisch einzigartige und imkerlich sehr wichtige Besonderheit der Honigbiene. Auch andere Hautflügler, wie zum Beispiel die stachellosen Bienen (Meliponen und Trigonen) der Tropen, schwärmen zur Vermehrung, aber ihre Schwärme sammeln sich nicht, sondern ziehen sofort aus der alten Behausung in eine neue, so daß ein Einfangen der Schwärme wie bei der Honigbiene nicht möglich ist.

Dabei passiert es in der Schwarmzeit gar oft, daß ein solcher Schwarm, namentlich mit junger Königin, über den Zaun des Imkers geht, um sich im Nachbarsgarten oder noch weiter weg zu sammeln, was zu manchen Mißhelligkeiten führt.

Auch die Paarung der Königin mit einem Drohn, wobei dieser sein Leben opfert, findet mit seinem ganzen märchenhaften Zauber außerhalb des Stockes im Fluge statt und entzieht sich so ziemlich ganz unserer Kontrolle, wenn sie sich im Umkreise des Standes oder Dorfes abspielt, und macht jedes züchterische Veredelungsbestreben zunichte, wenn minderwertige Drohnen anderer Stände sich mit den eigenen Königinnen paaren.

Dem sucht man zwar dadurch zu begegnen, daß man die Paarung sich an ganz abgelegenen Plätzen, auf sog. Belegstellen, abspielen läßt. Bei der heutigen dichten Besiedlung des deutschen Lebensraumes ist aber nur selten eine Belegstelle einwandfrei und vor dem Zuflug fremder Drohnen sicher, höchstens auf küstenfernen Meeresinseln, die aber den meisten Imkern unzugänglich bleiben. Auch die neuerdings möglich gewordene künstliche Besamung der Bienenkönigin unter dem Binokular löst uns nicht aus den Schwierigkeiten, da sie höchstens in einem Laboratorium durchführbar ist. Die große Masse der Imker hat dazu nicht die geringste Möglichkeit.

Das sind alles nachbarrechtlich höchst wichtige Besonderheiten der Bienen, die durch die §§ 961—964 des BGB als kümmerlichen Überrest eines um die Mitte des vorigen Jahrhunderts erstrebten umfassenden Bienen-

schutzgesetzes nur eine höchst dürftige Regelung gefunden haben, da sie sich auf das Verhalten der Imker beim Schwärmen beschränken.

In diesem Zusammenhange muß auch darauf hingewiesen werden, daß die Biene in dem Sinne wie unsere Haustiere nicht zähmbar ist und auch unter der jahrhundertelangen Pflege des Menschen ihre natürlichen Gewohnheiten nicht geändert hat. Die Bienen lernen den Imker auch in langem Umgange nicht kennen. Sie gewöhnen sich nicht an uns, wir müssen uns an sie und ihre Eigentümlichkeiten gewöhnen. Sie empfinden jeden Eingriff in ihre Gemeinschaft als Störung und suchen sie mit ihren Stacheln abzuwehren. Eike von Repgow, der Verfasser des „Sachsenspiegels", hatte daher ganz recht, wenn er vor mehr als 700 Jahren die Honigbiene für einen „Wilden Wurm" erklärte. Sehr treffend und humorvoll hat der französische Imker und Bienenforscher Ph. J. Baldensperger (1925) die Unzähmbarkeit der Bienen geschildert.*) Ich habe diese Schilderung in deutscher Übersetzung in meiner Zucht der Biene (7. Auflage, S. 23) abgedruckt.

Die Bienen stechen aber nicht nur den Imker bei der Arbeit am Stande, sondern bei ihrem großen Flugkreise auch weit weg von ihm völlig unbeteiligte Personen, wenn sie durch unsachgemäßes Verhalten (Schlagen) oder durch ihnen unangenehme körperliche Ausdünstungen gereizt werden. Deswegen aber gleich Polizei und Richter mobil zu machen und die Beseitigung des Bienenstandes zu verlangen ist nicht berechtigt. Ganz abgesehen davon, daß in solchen Fällen niemals der Beweis erbracht werden kann, daß der Stich von einer Biene eines bestimmten Standes herrührt, hat ja ein Bienenstich im allgemeinen außer vorübergehenden unangenehmen Begleiterscheinungen bei einem gesunden Menschen keine ernstlichen Folgen. Sie stellen sich höchstens bei Herz- oder nervenkranken Leuten ein. Da die Bienenhaltung fast überall ortsüblich und volkswirtschaftlich wichtig ist, muß man sich damit abfinden, daß eine Bienenhaltung ohne Bienenstiche völlig undenkbar ist. Und wenn man erfährt, daß jede Biene ihren Angriff auf den Menschen oder eines seiner Haustiere mit dem Leben bezahlen muß, da ihr mit Widerhaken bewehrter Stachel in der elastischen Haut stecken bleibt und aus dem Bienenkörper herausreißt, sollte man diesen Vorgang etwas milder beurteilen, zumal er zu den rätselhaften Besonderheiten der Bienen gehört; denn die Wespen, Hornissen und Hummeln stechen auch und büßen ihren Stachel nicht ein.

Nicht minder abwegig ist es, bei der Schädlingsbekämpfung in unseren Kulturen mit giftigen Spritz- und Stäubemitteln die Bienen zu ihrem Schutze tagelang einsperren zu lassen, wie das mit den Haustieren leicht möglich ist. Bei dem gerade in den Frühjahrsmonaten sehr lebhaften Ausflugsbedürfnis ist das Einsperren trotz aller Vorsorge und Überwachung wenig ratsam. Einzig und allein der zeitweilige Abtransport in ungefährdete Gebiete sichert die Bienen vor Schaden. Doch will ich auf die Wirkungen der Schädlingsbekämpfung auf die Bienen nicht näher eingehen, da sie von anderer Seite in dieser Festschrift ausführlich behandelt werden.

*) Baldensperger, Ph. J., The Races of Bees. Gleanings in Bee Culture Bd. 58, 1925. Übersetzt in Schweiz. Bztg., II, S. 478, 1948.

Schluß

So tritt uns die Honigbiene, wie ich bereits 1928 betonte, als ein Nutztier von hoher wirtschaftlicher Bedeutung entgegen, das aber durch seine Baueigentümlichkeiten, Lebensgewohnheiten, Pflegebedürfnisse und Nutzungsmöglichkeiten ganz aus der Reihe der tierischen Siedlungsgenossen des Menschen herausfällt. Das sind zwei Tatsachen, denen bei allen Maßnahmen zum Schutze und zur Förderung der Bienenzucht durch restlose Anerkennung der Eigenart dieses Nutztieres Rechnung getragen werden muß.

Über die besten Hilfsmaßnahmen herrscht nach wie vor wenig Klarheit und Zielsicherheit. Noch immer bin ich der festen Überzeugung, daß diejenigen sich auf einem bedenklichen Irrwege befanden, die in den zurückliegenden Jahren alles Heil von der Anerkennung der Honigbienen als Haustiere erwarteten. Die Honigbiene ist, wie ich auf den voraufgegangenen Seiten nachzuweisen versuchte, kein Haustier in dem Sinne von Pferd, Rind, Schaf usw. Sie läßt sich daher auch gesetzlich nicht mit ihnen über einen Kamm scheren. Es war daher verfehlt und würde es auch heute sein, sie mit unseren großen und kleinen Haustieren zusammenzukoppeln, wie es im Dritten Reich im Reichsverband der Kleintierzüchter geschah. Es war meines Erachtens auch wenig sinnvoll und zweckmäßig, die Bienen 1928 zum Zwecke einer besseren Bekämpfung der Bienenseuchen in das Viehseuchengesetz aufzunehmen. Die in der Human- und Veterinärmedizin gebräuchlichen und wirksamen Maßnahmen sind bei den Bienen nicht oder nur unter weitgehenden Abänderungen anwendbar. Die Bienenseuchenbekämpfung setzt sehr gründliche Vertrautheit mit den Besonderheiten der Bienen voraus, die nur von ganz tüchtigen Imkern erwartet werden kann.

Auch hinsichtlich ihrer Stellung vor Recht und Gesetz hatte daher Eike von Repgow ganz recht, als er um 1230 die Bienen für einen wilden Wurm erklärte, d. h. etwas ganz anderes als unsere Haustiere.

Es wäre an der Zeit, den rechtlichen Bedürfnissen der Bienenzucht und der Imker unter Berücksichtigung der Eigentümlichkeiten dieses Tierzuchtzweiges gerecht zu werden, wie es in zeitgemäßer Verbesserung durch den Entwurf des Bienenschutzgesetzes von 1857 möglich wäre, der durch Dr. Barth und Seminarlehrer Andr. Schmid den Staatsregierungen des einstigen Deutschen Bundes unterbreitet und 1889 von den Abgeordneten Letocha und Dr. Porsch in verkürzter Form dem Deutschen Reichstage vorgelegt wurde.

Es wird aber noch gute Weile haben, bis den Bienen und ihren Pflegern ihr unabdingbares Recht wird. Solange es um das Wissen der Allgemeinheit von den Bienen so schlecht bestellt ist, wie jetzt, besteht wenig Hoffnung. Mit Recht schrieb DEDEKIND (1901) in seinem lesenswerten Buch über das ägyptische Bienenwesen:

„Nur die wenigsten wissen, wieviel man wissen muß, um zu wissen, wie wenig man weiß!“
(Dedekind)*)

*) DEDEKIND, Alex., Altägyptisches Bienenwesen im Lichte der modernen Weltbienenzucht. Mayer & Müller, Berlin 1901.

Der Schwarmflug von *Reticulitermes lucifugus* Rossi

(Nach Laborbeobachtungen in der Termitenstation der Farbenfabriken Bayer in Leverkusen)

Von

Adolf Herfs

In einer an anderer Stelle veröffentlichten Arbeit über das Schwärmen der Termiten konnten wir zeigen, daß die Instinkte der Termiten, die die biologischen Vorgänge beim Schwärmen beherrschen bzw. auslösen, keineswegs starr und maschinenmäßig ablaufen, wie von manchen Termitenforschern angenommen wird. Karl Escherich, dem wir in Deutschland die wissenschaftlichen Grundlagen und Anregungen für die Termitenforschung verdanken (Escherich, 1909 und 1911) hat in seinem Buch „Termitenleben auf Ceylon" (1911) bereits klar hervorgehoben, daß seine Beobachtungen an Ceylontermiten die große Mannigfaltigkeit und Anpassungsfähigkeit der Instinkte an die jeweilig gegebene Situation gerade bei den Kämpfen der Termiten immer wieder deutlich zeigten.

In der vorliegenden Arbeit sollen nun an einem umfangreichen Material, das wohl in solcher Reichhaltigkeit und Fülle bisher bei Laborbeobachtungen noch nicht gewonnen werden konnte, die Auslösung des Schwärmfluges durch äußere Faktoren, Licht, Feuchtigkeit usw., der jahreszeitliche Rhythmus des Schwärmens, die Zahl und die Größe der Schwarmflüge und endlich die Verteilung der Geschlechter im Schwarmflug nach 4jähriger Beobachtung in unserer Termitenstation behandelt werden. Zum Schluß wird auf die biologische Bedeutung des Schwärmens im Leben der Termiten hingewiesen.

Welche Umweltfaktoren lösen den Schwarmflug aus?

Es ist bekannt, daß die einzelnen Termitenarten zu verschiedenen Tageszeiten schwärmen. Es gibt Termiten, die bei hellem Tageslicht schwärmen, andere fliegen nachts oder in der Dämmerung. *Reticulitermes lucifugus* schwärmt nach unseren Laborerfahrungen mit Vorliebe in der frühen Morgen- oder in der vorgeschrittenen Abenddämmerung. Bei genauer Prüfung stellt sich aber heraus, daß es nicht die Tagesstunde, sondern der Wechsel der Helligkeit ist, der schwarmauslösend wirkt. Bei unseren Zuchten, die z. T. in Dunkelräumen stehen, konnten wir immer wieder beobachten, daß aus einer schwarmreifen Zucht bei plötzlichem Einschalten des elektrischen Lichtes manchmal schlagartig ein starkes Schwärmen einsetzte. Bei jähem Ausschalten des Lichtes konnte durch völlige Dunkelheit das Ausschwärmen ebenso wirksam gestoppt werden.

Wohl noch wichtiger als das Licht ist die Feuchtigkeit für das Auslösen des Schwärmens. Auch in der Literatur wird häufig berichtet, daß die Termitenflüge nach einem Regen erfolgen. In unserer Termitenstation zeigte sich das immer besonders deutlich, weil die Hauptflüge fast regelmäßig an den Tagen stattfanden, an denen unsere Zuchten mit Wasser übersprüht wurden. 4—8 Stunden nach dem Spritzen setzte meist das Schwärmen ein. Doch traten in unseren Zuchten auch Schwärme an Tagen auf, an denen es nicht „regnete", d. h. an denen die Zuchten nicht angefeuchtet waren. So wurden in einzelnen Fällen Schwärme von *Reticulitermes* beobachtet, die bei plötzlich einsetzenden Föhngewittern schlagartig auftraten. Herr Dr. habil. G. BECKER teilte mir bei einem Besuch unserer Station die gleiche Beobachtung an *Calotermes flavicollis* mit. Ob es sich hier um eine jähe Änderung des Luftdruckes handelt läßt sich noch nicht sagen. Wir haben seit langer Zeit den Barometerstand bei jedem Flug notiert. Eindeutige Beziehungen zwischen Luftdruck und Schwärmen konnten aber bisher nicht nachgewiesen werden. Vielleicht spielen auch Änderungen in der elektrischen Ladung der Luft eine Rolle. Doch wissen wir darüber nichts.

Jahreszeitlicher Rhythmus des Schwärmens, Zahl und Größe der Schwarmflüge

Die Schwarmflüge finden in der Natur nicht das ganze Jahr über, sondern nur zu bestimmten Zeiten, vielfach zu Beginn der Regenzeit, statt. In der Fachliteratur wird manchmal die Ansicht vertreten, daß in der Regel von jedem Nest in einer Schwarmzeit nur ein Schwarm ausgesendet wird. ESCHERICH (1909) weist aber schon darauf hin, daß manchmal auch mehrere Schwärme vom gleichen Nest nacheinander auftreten. „Nicht immer aber werden alle Geschlechtstiere zur gleichen Zeit fertig, sondern in manchen Staaten zieht sich die Reifung über mehrere Monate hin, so daß eine Anzahl früher, eine andere später ihre volle Ausbildung erlangt. In solchen Fällen werden von dem gleichen Neste mehrere Schwärme nacheinander ausgesandt. PEREZ beobachtete von *Termes lucifugus* in einem Jahre vier Schwärme und zwar den ersten am 20. April, den zweiten drei Tage später, den dritten am 12. Mai und den vierten am 15. Mai."

Da in unseren Zuchten die Termiten schon seit Jahren stark schwärmen, haben wir auch den Fragen nach dem jahreszeitlichen Rhythmus und der Zahl der jährlichen Schwarmflüge unsere Aufmerksamkeit geschenkt. Nun sind im Gegensatz zu den Verhältnissen in der freien Natur die Umwelt- oder genauer gesagt, die Klimabedingungen in unseren Termitenzuchträumen weit gleichmäßiger und ausgeglichener, so daß die jahreszeitlichen Schwankungen bei uns wegfallen. Es ist aber wohl gerade interessant, das Schwärmen der Termiten unabhängig von Klimaschwankungen zu beobachten.

Unsere Beobachtungen der Schwarmflüge von *Reticulitermes lucifugus* erstrecken sich über einen Zeitraum von vier Jahren und wurden an 13 Nestern bzw. Großzuchten angestellt. Wir registrierten von 1947 bis 1950 insgesamt etwa 50 000 Schwarmimagines.

Tabelle I.

Das Auftreten der Schwarmtermiten in den einzelnen Monaten der Jahre 1947—1950

Monat	Schwarmtermiten Absolute Werte	Schwarmtermiten %-Werte	%
Januar	1 088	2,3	16,0
Februar	5 856	8,3	
März	5 366	11,6	75,4
April	16 958	36,6	
Mai	12 608	27,2	
Juni	1 893	4,1	4,8
Juli	109	0,2	
August	259	0,5	
September	50	0,1	3,4
Oktober	447	1,0	
November	1 149	2,3	
Dezember	2 515	5,4	
	46 298	99,6	

Wie die Tabelle I zeigt, treten die Schwarmtermiten in jedem Monat auf, aber das zahlenmäßige Auftreten in den einzelnen Monaten ist sehr verschieden. Das stärkste Schwärmen findet im April statt. Fast 37% aller Imagines treten im April auf. Dann folgt als zweitstärkster Schwarmmonat der Mai mit 27% aller Geschlechtstiere. Es ist sehr überraschend, daß unsere Laborbeobachtungen dieselben Monate als Hauptschwarmzeit ergaben, in denen Perez bei seinen Freilandbeobachtungen die Schwärme von *Reticulitermes lucifugus* festgestellt hatte, obwohl in unseren Zuchten das Klima — besonders die Temperatur — fast konstant war.

Nach der Tabelle I zeichnen sich die Monate März, April, Mai deutlich als Hauptschwarmzeit ab. Von Juni an sinkt die Zahl der Schwarmtermiten jäh ab. Von Juni bis November einschließlich, also in einem vollen halben Jahr, treten insgesamt nur 8,2% der Schwarmtermiten auf. Im September hören die Schwärme fast ganz auf. Die Prozentzahl der Schwarmtermiten beträgt nur 0,1%. Das ist der niedrigste Wert des ganzen Jahres. Ab Oktober steigt die Zahl der Schwarmimagines langsam wieder an. Von Dezember bis Februar kann man eine zweite Schwarmzeit bzw. Vorschwarmzeit feststellen. In diesen 3 Monaten schwärmen 16% aller Schwarmimagines.

Wieviel Schwarmflüge sendet ein Termitennest in einem Jahre aus?

Zur Beantwortung dieser Frage muß man sich zunächst darüber klarwerden, was man unter einem Schwarmflug versteht, bzw. wie groß zahlenmäßig die Gruppe der Schwarmtermiten sein muß, um sie als „Schwarm" zu bezeichnen. Wenn man jedes Auftreten von einigen Imagines als Schwarm bezeichnete, so könnte man für jedes Nest sehr viele Schwärme im Jahr feststellen. Es kommt auch vor, daß einzelne oder doch sehr wenige schwarmreife Imagines das Nest verlassen, indem sie wohl den Wächtern durchgehen. Dieses Auftreten von Einzeltieren oder von sehr kleinen Gruppen der Schwarmimagines möchte ich hier nicht als Schwarm rechnen. Sicher verlassen auch in der Natur Einzeltiere häufig das Nest. Wegen der geringen Zahl der Tiere werden diese Schwarmgrüppchen im Freien nicht auffallen und kaum beachtet werden. Unter Laborbedingungen kommen aber alle diese Schwarmtiere zur Beobachtung. Diese Vorgänge sind als Begleiterscheinungen der Flüge, nicht aber als Schwärme selbst anzusehen.

Wir erläutern die Frage nach der Zahl der Schwarmflüge an den Tabellen II und III, die eine Übersicht über die im Jahre 1950 aufgetretenen Schwärme geben. Tabelle II bringt das Material über die Anzahl der Schwärme, geordnet in Gruppen nach der Größe der Schwärme. Tabelle III enthält die Zahlen der Schwarmtermiten, die in den einzelnen Gruppen auftreten.

Tabelle II. Die Zahl der Schwarmflüge aus den Nestern Nr. 2 — 14 im Jahre 1950, geordnet nach der Schwarmgröße

Zucht		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Insges.
Einzeltiere		3	7	49	117	24	26	7	42	1	9		22	3	310
	Imagines														
Kleinst-Schwärme	10— 50	1	3	5	21	2	5	4	6	3	3	2	4		59
Klein- „	51— 100			1	14		1	2	4	1			2		25
Mittel- „	101— 500	1	3	6	23			2	4	2			6	3	50
Groß- „	501—1000			2	6								2		10
Riesen- „	über 1000			1	3										4
148 Schwärme		2	6	15	67	2	6	8	14	6	3	2	14	3	148
Schwarmperiode in Monaten		1	1	1,5	3,5	2	2,5	2(3)	2,5	0,5	1	0,25	2	0,5	

Wie die Angaben der Tabelle II zeigen, hat jede Zucht stets mehr als einen Schwarm. Am häufigsten treten Kleinstschwärme — meist als Vor- bzw. Nachschwärme zu den Hauptschwärmen — auf. In fast der gleichen Häufigkeit kommen Mittelschwärme (101—500 Imagines) zur Beobachtung. Groß- und Riesenschwärme (501—1000 und Schwärme über 1000 Imagines) sind dagegen relativ selten. Dennoch entlassen die Nester in diesen Großschwärmen ungefähr die Hälfte (47,2 %) aller geschwärmten Imagines. Rechnet man die Mittelschwärme mit ein, so steigt die Zahl der in den höheren Gruppen (die also größer als 100 sind) geschwärmten Termiten auf 87 %, während als Einzeltiere oder in Kleinst- und Kleinschwärmen nur 13 % der Imagines das Nest verlassen. Lassen wir die Einzeltiere und die Kleinst- und Kleinschwärme außer Betracht, so haben wir nur eine Zucht (Nr. 2) mit einem Flug. Diese jüngere Kultur schwärmte aber zuerst am Ende des Jahres 1950. Zwei Zuchten (Nr. 8 und 10) haben zwei, Zucht Nr. 3 und 14 haben drei Schwärme. Zucht Nr. 9 weist vier, Zucht Nr. 13 aber sogar acht, Zucht Nr. 4 neun Schwärme auf. Die stärkste Zucht Nr. 5 hat in einer einzigen Schwarmperiode von 3,5 Monaten sogar 32 Schwärme und entließ mit den Vor- und Nachschwärmen insgesamt 14 895 Imagines.

Man könnte nun fragen, ob in den Großzuchten nur ein einziges Nest bzw. ein Staat bestehe oder mehrere Nester nebeneinander vorhanden seien. Im letzten Falle wäre ein häufiges Schwärmen in einer kurzen Schwarmperiode von 1—3 Monaten leicht verständlich. Wir haben diese Bedenken selbst längere Zeit gehegt. Nun fanden wir einmal in Zucht Nr. 5 in einem Kiefernstammstück nahe beisammen sechs trächtige Ersatzköniginnen. Jede Königin hatte zahllose Eier und war besonders von Soldaten und Arbeitern umgeben. Obwohl die Kammern dieser sechs Ersatzköniginnen in größter Nähe beieinanderlagen, — sie lagen alle in einem Bezirk von etwa 150 cm^2 —, war nichts von Kampf, Feindschaft oder Unruhe zu bemerken. Die Arbeiter aller sechs Gruppen begegneten sich beim Hin- und Hergang zu und von den Kammern in den Gängen durchaus friedlich. Das Ganze

Tabelle III. Die Zahl der Schwarmtiere aus den Nestern Nr. 2—14 im Jahre 1950, geordnet nach der Schwarmgröße

Zucht	Imagines	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Imagines	%	%
Einzeltiere	1— 9	3	7	49	117	24	26	7	42	1	9	—	22	3	310	1,1	
Kleinst-Schwärme	10— 50	14	78	145	577	42	109	114	166	72	55	75	105		1 552	5,6	12,9
Klein- "	51— 100				1 017		127	110	263	84			119		1 720	6,2	
Mittel- "	101— 500	247	1025	1356	3 801			267	655	582			1599	879	10 411	37,8	
Groß- "	501—1000			1300	4 383								1761		7 444	27,0	87,0
Riesen- "	über 1001			1133	5 000										6 133	22,2	
		264	1110	3983	14 895	66	262	498	1126	739	64	75	3606	882	27 570	99,9	

macht unbedingt den Eindruck einer sozialen Einheit. Wohl mag jede Königin vielleicht einen besonderen „Hofstaat" für sich gehabt haben. Räumlich aber bestand keine Trennung, die zu der Annahme berechtigte, daß jede Königin zu einem besonderen, von den anderen getrennten Staat, gehöre. Man kann das Ganze als eine Art Bundesstaat ansehen, in dem sich um jede Königin eine besondere Gruppe Arbeiter und Soldaten, die eine gewisse Selbständigkeit hat, schart, die ihre Königin pflegt und versorgt. Diese einzelnen Gruppen fügen sich aber in einem Nest zu einem Staat zusammen. Nach unseren Erfahrungen besitzen ältere Nester von *Reticulitermes lucifugus* zahlreiche Ersatzköniginnen. Die ursprünglichen echten Königinnen, die direkt aus den Schwarmtieren entstehen und als Nestgründer auftreten, scheinen nach einiger Zeit zu verschwinden. In älteren, starken Kulturen haben wir nie echte Königinnen gefunden, sondern nur Ersatzköniginnen, diese aber stets in der Mehrzahl.

Um dem Leser einmal eine recht eindrucksvolle Vorstellung von dem Schwärmen eines starken Nestes von *Reticulitermes lucifugus* zu geben, bringen wir hier eine kleine Aufstellung, die für Nest Nr. 5 in der Hauptschwarmperiode des Jahres 1950, die Zahlenwerte der Schwarmtiere der Großschwärme (501—1000 Imagines je Schwarm) und der Riesenschwärme (über 1000 Imagines je Schwarm) enthält. Gleichzeitig setzen wir das Datum für jeden Groß- bzw. Riesenschwarm jedesmal dazu. So kann man leicht feststellen, in welchem Zeitabstand das Nest die Groß- und Riesenflüge entläßt. Man muß sich auch klarmachen, daß zwischen den angegebenen Großflügen noch eine ganze Reihe von Mittel-, Klein- und Kleinstflügen das Nest verließen. Diese geringen Flüge sind hier bewußt weggelassen.

Groß- und Riesenschwärme aus Nest Nr. 5 im Jahre 1950:

3. 4.	750	Imagines
8. 4.	862	„
11. 4.	2137	„
14. 4.	814	„
17. 4.	803	„
19. 4.	595	„
21. 4.	1088	„
24. 4.	1755	„
25. 4.	595	„

Bis zum 25. 4. wurden insgesamt in allen Flügen 12710 Imagines aus dem Nest entlassen. Nach diesem Datum wurden bis zum Ende der Schwarmperiode am 17. 7. in kleinen Flügen noch weitere 2185 Imagines ausgesendet.

In den Groß- und Riesenschwärmen, von denen in einem Zeitraum von 22 Tagen 9 Flüge, die meist in einem Zeitabstand von 2—3 Tagen aufeinander folgten, wurden insgesamt 9363 Imagines aus dem Nest auf die Reise geschickt.

Das Zahlenverhältnis der Geschlechter im Schwarmflug

„Beteiligen sich nun an dieser Luftreise die beiden Geschlechter gemeinsam in lustigem buntem Durcheinander, oder aber ziehen Männchen und Weibchen streng getrennt in besonderen Schwärmen aus in die weite Welt?"

„Diese Frage findet sich verschieden beantwortet, während die einen Autoren, wie GRASSI, SILVESTRI usw. die beiden Geschlechter getrennt voneinander ausschwärmen lassen, soll nach anderen die Trennung von Männchen und Weibchen nicht existieren. Wenn man das verschiedene Verhalten der Ameisen in dieser Beziehung berücksichtigt, so ist sehr wohl möglich, daß beide Anschauungen zutreffend sind, d. h. daß sich eben die verschiedenen Termiten darin ungleich verhalten." (ESCHERICH, 1909).

Da wir bei den starken Schwärmen der Termiten aus unseren Großzuchten ein ungewöhnlich reiches Material von Schwarmtermiten zur Verfügung hatten, konnten wir an einem umfangreichen Zahlenmaterial (etwa 20000 Imagines aus 13 Zuchten) das Zahlenverhältnis der Geschlechter im Termitenschwarm von *Reticulitermes lucifugus* untersuchen.

Wir stellten dabei fest, daß in einer Reihe von Fällen beide Geschlechter in einem Schwarm gemeinsam auftreten. Tabelle IV: Zucht Nr. 2, 3, 7, 8, 10. In anderen Kulturen ist das Zahlenverhältnis der Geschlechter im Schwarm stark zugunsten der Weibchen verschoben: Zucht Nr. 4, 9, 11, 13, 14. In den Schwärmen der Zuchten Nr. 5, 6 und 12 ist das Auftreten der Männchen auf nur wenige Prozente der Schwarmimagines zurückgegangen. Die Schwärme enthalten fast nur Weibchen. Auffallend ist, daß mit Ausnahme der Schwärme aus Zucht Nr. 8, wo absolut die Männchen überwiegen, sonst in allen anderen Zuchten stets die Weibchen mehr oder minder in der Überzahl sind. Bei genauer Durchsicht der Einzelschwärme von Zucht Nr. 8 tritt das Überwiegen der Männchen noch stärker und deutlicher hervor. Dann kann die Männchenzahl im Schwarm 70—86 % betragen.

Es muß besonders hervorgehoben werden, daß das Prozentverhältnis im Auftreten von Männchen und Weibchen für jedes Nest ziemlich konstant ist, d. h. bei allen von einem Nest ausgehenden Schwärmen ist das Zahlenverhältnis der Geschlechter konstant. Diese eigenartige Konstanz in dem Auftreten der beiden Geschlechter in den Schwarmflügen eines Nestes erstreckt sich über längere Zeit, manchmal auf einige Jahre.

Es treten also bei *Reticulitermes lucifugus* gemischte Schwärme — Männchen + Weibchen — als auch fast reine Weibchenschwärme und auch seltener, Schwärme mit einer zahlenmäßigen Überlegenheit der Männchen auf. Dieses verschiedene Verhalten beobachtet man bei ein und derselben

Art. So klärt sich auch der scheinbare Widerspruch in den Feststellungen der verschiedenen Autoren, den wir eingangs dieses Kapitels erwähnten, einfach und leicht auf. Bei den Termiten sind sogar bei ein und derselben Art beide Möglichkeiten, die gemischten und die geschlechtsgetrennten Schwärme, verwirklicht.

Die Erklärung für dieses eigenartige Verhalten im zahlenmäßigen Auftreten der Geschlechter in den Schwarmflügen von *Reticulitermes lucifugus* ist nicht ganz einfach. Man sollte zunächst erwarten, daß bei großem Zahlenmaterial das Verhältnis der Geschlechter annähernd 50 : 50 wäre. Dieses Zahlenverhältnis liegt aber fast nie vor. Immer ist das Verhältnis zugunsten der Weibchen verschoben. Wie kommt es, daß bei drei Nestern im Schwarm sogar fast ausschließlich Weibchen vorkommen? Ja, daß bei der Zucht Nr. 5 nach dem 2. Juni 1950 alle Schwarmimagines ausnahmslos Weibchen waren? Von diesem Tage an traten in den Schwärmen der Zucht Nr. 5 noch 793 Weibchen und keine Männchen mehr auf.

Tabelle IV. Das Zahlenverhältnis der Geschlechter im Schwarm nach Beobachtungen aus den Jahren 1949 und 1950

Zucht	Imagines	Weibchen	Männchen	♀ %	♂ %
2	264	149	115	56,4	43,6
3	1098	635	463	57,8	42,2
4	2922	2064	858	70,6	29,4
5	3243	3113	130	96,0	4,0
6	509	463	46	91,0	9,0
7	261	141	120	54,0	46,0
8	4486	2008	2478	44,5	55,5
9	1938	1305	633	67,9	32,1
10	1313	726	587	56,1	43,9
11	64	49	15	76,6	23,4
12	740	676	64	91,1	8,9
13	2021	1424	597	70,5	29,5
14	882	717	165	81,3	18,7
Insgesamt:	19741	13470	6271	68,3	31,7

Bei einer Nachprüfung des Zahlenverhältnisses der in Nest Nr. 5 vorhandenen langflügeligen Nymphen waren von 100 willkürlich abgefangenen Nymphen alle ausnahmlos Weibchen. Weitere Untersuchungen der anderen Kasten von Zucht Nr. 5 ergaben:

Von 100 Arbeitern waren 58 Weibchen und 42 Männchen.
Von 100 Soldaten waren 80 Weibchen und 20 Männchen.

Die Bezeichnungen „Weibchen" und „Männchen" werden hier bei Arbeitern und Soldaten nur der Kürze des Ausdruckes wegen gebraucht. Sie wollen besagen „als Weibchen bzw. Männchen prädestinierte, geschlechtsverkümmerte Termiten".

In dem Nest Nr. 5 treten also nur bei den Arbeitern Männchen in stärkerer Zahl, doch noch nicht ganz zu 50 % auf. Bei den Soldaten und noch mehr bei den Imagines ist das starke, absolute Überwiegen der Weibchen deutlich und eindrucksvoll.

Diese Beobachtungen legen vielleicht den Gedanken nahe, bei *Reticulitermes lucifugus* thelytoke Parthenogenesis anzunehmen. Da die Schwarmimagines saisonmäßig erscheinen und in der Schwarmperiode dem Staat sehr viele Individuen durch die Flüge entzogen werden, so muß dieser

periodisch verstärkte Verbrauch von Individuen durch eine erhöhte Produktion von Eiern und Brut ausgeglichen werden. Darum ist die Annahme, daß zur Erzeugung der Schwarmimagines besondere zusätzliche Ersatzköniginnen herangezogen werden, die den größten Teil der Imagines erzeugen, nicht unmöglich. Wenn die zusätzlichen Ersatzköniginnen nun nicht alle einen männlichen Partner finden, also nicht alle befruchtet werden, so könnten diese jungfräulichen Weibchen vielleicht doch Eier und Brut erzeugen. Aus den Eiern der unbefruchtet gebliebenen Weibchen gingen dann ausschließlich Weibchen hervor. Alle männlichen Imagines, alle männlichen Arbeiter und Soldaten, und sicher auch ein Teil der weiblichen Tiere aller Kasten, stammen von anderen, befruchteten Weibchen ab. Da bei *Reticulitermes lucifugus* nicht nur eine, sondern mehrere, vielleicht sogar sehr zahlreiche Ersatzköniginnen in einem Nest vorkommen können, so ist die Annahme parthenogenetischer, d. h. unbefruchtet gebliebener Weibchen nicht ganz unwahrscheinlich. Es ist häufig aufgefallen, besonders in dem oben aus Zucht Nr. 5 angeführten Fall, wo wir auf engstem Raum sechs trächtige Ersatzköniginnen fanden, daß diese Weibchen nicht von Männchen begleitet waren.

Die biologische Bedeutung der Schwarmflüge

Fragt man nun nach der Bedeutung des Schwarmfluges für das Leben der Termiten, so muß betont werden, daß der Schwarmflug nicht als „Hochzeitsflug" anzusehen ist. Wir haben darum grundsätzlich die Bezeichnung „Hochzeitsflug" vermieden, obwohl dieser Ausdruck sogar in der Fachliteratur noch häufig gebraucht wird. Mit der Kopula hat der Schwarmflug der Termiten direkt nichts zu tun. Sicher dient der Schwarmflug der Ausbreitung der Art. Wenn auch die Termitenimagines keine guten Flieger sind und aktiv nicht sehr weit schwärmen, so kann selbst ein leichter Wind die Schwarmtiere weit davontragen. Nach der Landung und Entflügelung laufen die Schwarmimagines aber schnell und unstet umher und können so die Entfernung vom Stammnest weiterhin vergrößern. Sind die Einzelschritte der Ausbreitung der Art durch einen Schwarmflug auch nicht sehr groß, so hat die Natur Zeit, ihre „Zwecke und Ziele" zu erreichen. Langsam aber sicher füllt jede Art den für sie geeigneten Lebensraum aus und breitet sich aus, soweit es die ökologischen Bedingungen gestatten.

Das auffallend gleichzeitige Schwärmen aller schwarmreifen Nester, ausgelöst durch bekannte und unbekannte Außenfaktoren, die eigenartige, meist ungleiche Verteilung der Geschlechter im Schwarm, die für jedes Nest charakteristisch ist und auf lange Zeit konstant bleibt, sind sicher Einrichtungen, die Gefahr der Inzucht zu verringern und die Fremdbefruchtung zu fördern. Bei der meist recht ungleichen Verteilung der beiden Geschlechter in einem Schwarm, kann nicht jede Schwarmtermite einen Partner des anderen Geschlechtes aus dem gleichen Schwarm finden. Durch das gleichzeitige Schwärmen vieler Nester und das rastlose Umherlaufen der entflügelten Geschlechtstiere nach dem Schwarmflug geraten die Angehörigen der verschiedensten Schwärme gründlich durcheinander. So wird das Sichtreffen und die Anpaarung von Imagines, die aus verschiedenen Nestern stammen, begünstigt und die Inzucht vermieden. E. Wasmanns Auffas-

sung: „und zwar sind die Partner fast immer Geschwister aus der nämlichen Kolonie. Inzucht ist also hier eine durchaus gesetzmäßige Erscheinung" (Wasmann, 1934) kann nach unseren Beobachtungen — wenigstens in diesem strengen Sinne — nicht aufrechterhalten werden.

Schriften

Doflein, Fr., Ostasienfahrt, Leipzig, 1906.
Escherich, K., Die Termiten oder weißen Ameisen, Leipzig, 1909.
Escherich, K., Termitenleben auf Ceylon, Jena, 1911.
Fuller, Cl., Observations on some South-African Termites, Annals of the Natal Museum, Vol. III, Pt. 2, London, 1915.
Goetsch, W., Termitenstaaten, Breslau, 1939.
Goetsch, W., Vergleichende Biologie der Insektenstaaten, Leipzig, 1940.
Grasse, P. P., L'essaimage des termites. Essai d'analyse causale d'un complexe instinctiv, Bull. biol. France et Belg., 76, 1942.
Grassi, B. e. Sandias, A., Costituzione e sviluppo della società dei Termitidi. Osservazioni sui loro costumi. Atti Acc. Gioenia Catania, 6 e 7, 1893.
Hagen, H., Monographie der Termiten, Linnaea Entomologica. Stettin, X, 1855, XII, 1858, XIV, 1860.
Herfs, A., Die Termitenstation der Farbenfabriken Bayer in Leverkusen. 1950.
Herfs, A., Das Schwärmen der Termiten. (Eine instinktanalytische Studie.) Im Druck.
Maidl, Fr., Die Lebensgewohnheiten und Instinkte der staatenbildenden Insekten, Wien, 1934.
Smeathman, Account of the Termites of Africa and other hot climates. Philosoph. Transact. Royal Soc. London, Vol. 71, 1781.
Wasmann, E., Die Ameisen, die Termiten und ihre Gäste. Regensburg, 1934.

Anlage einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise*)

Von

Karl Gösswald, Würzburg

(Vorstand des Instituts für Angewandte Zoologie der Universität Würzburg)

Mit 13 Abbildungen im Text

Inhaltsübersicht

A. Einleitung: 1. Zweck der Ameisenvermehrung. 2. Methoden der Kolonievermehrung. — B. Einrichtung einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise, Fichtenrasse. — I. Die Stammkolonien. — II. Der Standort. — III. Die bisherige Entwicklung der Zuchtnester. 1. Kolonievermehrungen aus den Jahren 1947 und 1948. 2. Kolonievermehrungen aus dem Jahre 1949. 3. Kolonievermehrungen aus dem Jahre 1950. 4. Wachstum der zur Stammkolonie A gehörenden Nester. —

*) Ausgeführt mit Unterstützung der Ministerialforstabteilung des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in der Station für Waldhygiene und Schädlingsbekämpfung. Zu ganz besonderem Dank bin ich Herrn Ministerialrat Dr. M. Wolfelf und dem Leiter des Regierungsforstamtes Unterfranken Herrn Regierungsdirektor Elsner für die Förderung der Arbeiten verpflichtet.

IV. Der Schutz der Nester. 1. Schutz der Nester vor natürlichen Nutznießern. 2. Schutz der Nester vor dem Menschen. a) Umzäunung der nicht genutzten Nester, b) Umzäunung der für die Königinnenzucht genutzten Nester, c) Umzäunung der Nester in den Ameisenfarmen. — C. Methoden der Königinnenzucht. — D. Schluß: Zusammenfassung. Literatur.

A. Einleitung

1. Zweck der Waldameisenvermehrung

Über den Nutzen der Kleinen Roten Waldameise wurde bereits in anderen Arbeiten (GÖSSWALD 1937, 1939 a, b, 1940 a, 1941 a, 1942 a, b, 1943 a, b, 1944 a, 1947) hinreichend berichtet. Frühere gelegentlich geäußerte Zweifel an dem Erfolg der Roten Waldameise gegen Forstschädlinge sind auf Verwechslungen mit weniger nützlichen Waldameisenarten und mit der Wiesenameise *Formica rufa pratensis* zurückzuführen, wie vor allem HÖLLDOBLER 1942 eindeutig nachgewiesen hat. Nachdem die zur künstlichen Wiedervermehrung der Roten Waldameise wesentlichen Art- und Rassenunterschiede erkannt worden sind (GÖSSWALD 1941 b, c, 1942 c, 1943 c, 1944 b), steht fest, daß wir in der Kleinen Roten Waldameise einen sehr wirkungsvollen und leicht zu vermehrenden Helfer gegen schädliche Forstinsekten besitzen, der alle Erwartungen weit übertrifft. Gerade die bisherigen, noch ameisenfreien Schadgebiete, nämlich Fichtenreinbestände und Kiefernmonokulturen auf dürftigem, trockenem Boden, sind besonders geeignet für die Wiederansiedlung der durch den Menschen bis auf wenige Restbestände ausgerotteten Roten Waldameise. Die zur künstlichen Kolonievermehrung ausgearbeiteten Verfahren sind seit Jahren praktisch erprobt; dabei hat sich gezeigt, daß Schädlingskalamitäten sogar durch frisch ausgesetzte Ameisen-Ableger im Keim erstickt werden. Wir können also mit Hilfe der Roten Waldameise Primärschädlinge und bei Durchführung „sauberer Wirtschaft", d. h. durch rechtzeitige Entfernung geschwächter und liegender Bäume Sekundärschädlinge (z. B. Borkenkäfer) auf einfache und billige Weise unterdrücken.

2. Methoden der Kolonievermehrung

Die erste Tätigkeit vor Beginn von Kolonievermehrungen ist das Auffinden geeigneter Stammkolonien, aus denen das Ameisenmaterial für die Ableger gewonnen wird. Das Verfahren I der Kolonievermehrung (GÖSSWALD 1940 b, c) beschränkt sich auf die Teilung von Nestern der Kleinen Roten Waldameise in den Monaten März, April und Anfang Mai. Im zeitigen Frühjahr sind die Königinnen, die in einer Zahl bis zu 3000 in einem einzigen Nest enthalten sein können, auf der Nestoberfläche oder wenigstens in der Nestkuppel anzutreffen, so daß mit sehr großer Wahrscheinlichkeit genügend Königinnen unter den für die Ableger entnommenen Ameisen enthalten sind. Aber später halten sich die Königinnen so tief im Nest auf, daß mit einer Erfassung von Königinnen nicht mehr gerechnet werden kann. Dann wird ein anderes Verfahren angewendet, um die Zeit weiter zum Aussetzen von Ablegern zu verwerten.

Das Verfahren II der Kolonievermehrung verwendet junge, in Königinnenzuchtstationen gezogene Königinnen (GÖSSWALD 1942 d), die den bisher weisellosen Ablegern zugesetzt werden. Dadurch wird erstens die Kolonievermehrungszeit wesentlich verlängert, zweitens werden die Königinnen der Stammnester, welche die Arbeiterinnen für die Ableger liefern müssen, geschont und drittens werden die in der Natur in so verschwenderischer Fülle jährlich aufgezogenen jungen Weibchen, die unter natürlichen Verhältnissen fast alle zugrunde gehen würden, für die Kolonievermehrung verwertet, was im Hinblick auf den großen Mangel an Stammkolonien wesentlich ist.

Am gleichen Standort dauert die Schwarmzeit der Kleinen Roten Waldameise etwa 14 Tage, wenn aber erheblichere mikroklimatische Unterschiede in verschieden gelegenen Nestern zur Wirkung kommen, insgesamt 4—8 Wochen. Das Zuchtergebnis einer Station in mäßig warmer Gegend bei Eberswalde betrug 1943: 300 000 Königinnen. Um die Zuchtzeit zu verlängern, wurde eine Station in einer Gegend mit warmem Klima, eine weitere Station in mäßig kaltem und eine vierte in kaltem Klima vorbereitet. Die Anlage von Nestern der Roten Waldameise ist mit einer ständigen Abwehr gegen Nestplünderer, Ameisenspiritussammler, Neststörer, aber auch gegen Beeinträchtigungen beim Holzhieb und noch mehr bei dem Holzschleifen verbunden. Ferner müssen die Nester von Anfang an vor natürlichen Feinden, vor allem vor dem Specht geschützt werden. Daher wird bewußt auf solche Schwierigkeiten hingewiesen.

Da nun der Standort im Rahmen des mainfränkischen Klimas doch recht kühl gelegen ist und man geradezu von einem Kälteloch sprechen kann, ist vor allem in kleinen bzw. noch jüngeren Nestern die Schwarmzeit recht stark bis Ende Mai verzögert. Dagegen schwärmt an einem besonders sonnigen Waldrand im Gramschatzer Wald im Anschluß an einen größeren Kahlschlag die gleiche Rasse bereits im März, an weniger sonnigen Lagen im April. So bieten in der Umgebung von Würzburg die hier in Erscheinung tretenden, zum Teil recht erheblichen, mikroklimatischen Unterschiede bereits die Möglichkeit einer längeren Ausdehnung der Schwarm- und Zuchtperiode.

B. Einrichtung einer Station zur Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise, Fichtenrasse

I. Die Stammkolonien

Es ist wichtig, bei künftigen Kolonievermehrungen und ganz besonders bei der Anlage von Königinnenzuchtnestern genau Buch zu führen über die Herkunft der Ameisen, also über die Eigenart der Stammkolonien, besonders bezüglich Rasseeigentümlichkeiten und späterer Bewährung, um zur Wiederbegründung des Ameisenbestandes in unseren Wäldern möglichst gute Stämme auszulesen. Daher sollen zunächst die Stammkolonien beschrieben werden.

Als Station in warmer Umgebung wurde 1944 das „Verhängte Jagen" in der Abteilung III/Kesselboden des Forstamtes Waldbrunn (Nähe Würzburg, relativ trockenwarmes Weinklima) festgelegt. Die bisherige Entwicklung dieser Station soll dargelegt werden, weil es sich hier um die Zucht der Fichtenrasse handelt, während frühere Schilderungen von

Kolonievermehrungen (Gösswald 1940b, c) sich auf die Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise beziehen.

Ständige, meist nicht kontrollierbare Nestplünderungen machen die Neuanlage von Zuchtnestern erforderlich; es gibt kaum noch einen natürlichen Ameisenbestand, der für die Massenzucht von Königinnen ausreicht. 100 Nester soll eine Station umfassen. Während in der Station bei Eberswalde erst sämtliche Zuchtnester (Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise) neu angelegt werden mußten, waren 1944 in dem Ameisenwald bei Waldbrunn fünf Nester der Fichtenrasse vorhanden (= Stammkolonie A).

Im Anschluß an den Krieg machte sich noch mehr als bisher das Nestplündern durch Puppensammler und das Gewinnen von Ameisenspiritus sehr schädlich bemerkbar. Als 1946 mit der Kolonievermehrung begonnen werden sollte, war eines der in der Station selbst liegenden Stammnester vollständig vernichtet, die anderen waren sehr stark geschwächt. Als einziges Beförderungsmittel stand zunächst ein Fahrrad zur Verfügung; daher mußte auf die wenigen Kolonien der näheren Umgebung zurückgegriffen werden. Ein Bestand von fünf Nestern befand sich in einem sehr kleinen Fichteneinsprengling inmitten von Buchenwald beim Forsthaus Guttenberg in Richtung Reichenberg. Diese Kolonie (Stammkolonie B) ist mir seit 1928 bekannt; sie zeichnete sich durch sehr großen Volkreichtum aus, die Königinnen sind relativ groß, auch die gelegentliche Bildung von Straßen weist auf Anlagen der Mittleren Roten Waldameise hin (vgl. Gösswald 1943c). Auch hier waren die Nester offensichtlich durch Nestplünderungen gestört worden. In einem größeren Versuchswalde der Schorfheide hatte ich Kolonien aus Kreuzungen zwischen der Kleinen und Mittleren Roten Waldameise herangezogen. Der Individuenreichtum und der gut ausgeprägte Raubinstinkt der Kleinen Roten Waldameise sollte vereinigt werden mit der größeren ökologischen Widerstandskraft der Mittleren Roten Waldameise. Der Erfolg der Kreuzung war, was zunächst den Individuenreichtum der Nachkommenschaft betrifft, auffallend, so daß ich keine Bedenken trug, zunächst versuchsweise die durch lange Jahre beobachtete Stammkolonie in die Zuchtstation aufzunehmen.

Ein weiterer Ameisenbestand befand sich in der Nähe vom Forsthaus Irtenberg an einer nach Waldbrunn führenden Straße. Von dieser Stammkolonie C hatte ich bereits auf Grund der Rückenfärbung der Arbeiterinnen 1944 berichtet, daß sie einen unerwünschten Einschlag der Wiesenameise *Formica rufa pratensis* Retz. aufweise. Der hohe Kuppelbau und die Nestlage in einem Fichtenbestand, die Verbindung einiger Nester untereinander legten nahe, diese „unreine" Form zu der Sammelart „Kleine Rote Waldameise" zu rechnen. Spätere Befunde im Frühjahr 1946 bestätigten als weitere Arteigentümlichkeit der Kleinen Roten Waldameise die Vielzahl der Weibchen; aber die Weibchen hatten zum großen Teil einen Habitus wie die Weibchen der Wiesenameise, d. h. sie waren größer und das Abdomen war nicht schwarz glänzend wie sonst bei Waldameisen, sondern matt seidig schimmernd, daneben befanden sich auch einige kleine Weibchen mit etwas mehr glänzendem, den Waldameisen ähnlichem Abdomen im Nest. Alle Nester dieses Standortes wiesen die gleichen Merkmale auf, vier Nester zeigten infolge Nestplünderung durch Puppensammler nur noch schwache Lebenszeichen.

So stand also 1946 keine reine Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise für die Bildung von Ablegern zur Vermehrung des Ameisenbestandes für die Königinnenzuchtstation zur Verfügung. Die zunächst als Varietät „*pratensoides*" in den Protokollen bezeichnete Form mit dem Wiesenameiseneinschlag mußte erst vorsichtig auf die Eignung für die Waldhygiene geprüft werden. Daher habe ich nur zwei Ableger probeweise ausgesetzt; die beiden Ableger haben sich in mehrere kleine Völkchen aufgeteilt, die in dem Fichtenbestand einige Jahre lang ein unstetes Wanderleben führten, bis sie schließlich verschwanden, als in der Nähe sich starke Ableger der Fichtenrasse entwickelten. Demnach war die Varietät *pratensoides* nicht für die künstliche Kolonievermehrung in Fichtenwäldern und ebensowenig für die Königinnenzucht geeignet. Näheres über *pratensoides* in einer besonderen Arbeit, die in der Zeitschrift für angewandte Entomologie erschienen ist (1951).

In staatlichen Wäldern der Umgebung war auch im nächsten Jahre keine weitere Kolonie der Kleinen Roten Waldameise zu finden. Mit Erlaubnis des Eigentümers wurde daher aus einem Privatwald bei Gerchsheim 1947 von einer aus vier Nestern bestehenden Kolonie der Fichtenrasse (Stammkolonie D) Material für Ableger gewonnen.

Ein weiteres Nest wurde in der Nähe des Kister Wasserwerkes gefunden auf einer Anhöhe in Richtung auf Irtenberg, aber diese Form war nicht reinrassig, sie zeigte starken Einschlag zur Großen Roten Waldameise (Stammkolonie E_1); sie hat sich später als unbrauchbar erwiesen. (Vgl. das spärliche Wachstum von Ableger Nr. 3, welcher allerdings auch wiederholt geplündert und dazu durch Holzschleifen schwerstens beeinträchtigt worden war; aber Ableger aus anderen Stammkolonien haben sich auch unter derartigen Verhältnissen z. T. wieder gut erholt.) In gleicher Weise ist ein Nest aus der Waldabteilung „Pfütsche" bei Kleinrinderfeld (Stammkolonie E_2) nicht geeignet gewesen.

In den Jahren 1947 und 1948 wurden wenige Ableger aus den wegen der Nestplünderungen nur wenig ergiebigen Stammkolonien B, D und E gegründet. Aber auch die neuen Ableger wurden, selbst soweit sie sich sehr gut entwickelt hatten, durch anhaltende Nestplünderungen und schwere Beeinträchtigungen beim Holzrücken derart geschwächt, daß der Zuwachs mit dem Verlust nicht immer Schritt zu halten vermochte und ein Teil der Ableger völlig vernichtet wurde.

Im Jahre 1949 erhielt die Kolonievermehrung starken Auftrieb, als von dem Leiter des Regierungsforstamtes Unterfranken, Herrn Regierungsdirektor Elsner, ein PKW mit Anhänger für den Ameisentransport zur Verfügung gestellt wurde, wofür ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank sage. Nun war es möglich, neue Kolonien in weiterer Umgebung ausfindig zu machen und mehr Ameisenmaterial zu gewinnen. Leider gingen gerade im zeitigen Frühjahr zur wichtigsten Kolonievermehrungszeit kostbare Wochen infolge mehrfacher Reparaturen des PKW verloren.

Eine ganz hervorragend gute und reichhaltige Kolonie mit zirka 20 Nestern der Fichtenrasse (Stammkolonie F) wurde durch Herrn Forstassessor Renner in Abteilung I, 3 (Heegholz) des Forstamtes Gramschatz festgestellt. Auffallend ist die frühe Entwicklung von jungen ge-

flügelten Geschlechtstieren bereits im März in Nestern, die sonnenbeschienen am Rande eines Kahlschlages liegen, während im gleichen Jahre in anderen Beständen die Ameisen erst im Monat Mai schwärmten.

Stammkolonie G befindet sich im Forstamt Mittelsinn, vier Nester an einer Straße nördlich der Lichtleitungsschneise auf der Auraer Höhe im Staatswald, ein Nest liegt südlich von der Lichtleitungsschneise am Knüppelweg, ein weiteres etwa 270 m nordwestlich an einer die Schneise überquerenden Straße. Die Nester sind, wohl infolge Plünderung, schwach. Drei ergiebige Nester liegen in Abteilung „Birkenschlag a" (Mitte), zwei gute Nester in Abteilung „Hirschbrunst d^2" in Fichtenstangenholz, weitere schwächere Nester im „Streitwald".

Stammkolonie H liegt im Forstamt Mellrichstadt, und zwar im Volkershausener Wald (Waldbesitzer BARON VON STEIN). Vier Nester am Alleeweg von Völkershausen nordwärts ab 350 m bis zur Wegkreuzung, an dem nach links abzweigenden Weg 800 m ostwärts drei weitere Nester.

Stammkolonie J liegt bei Steinbach auf einer Anhöhe in einem Fichtenaltbestand bei Steinbach in Richtung Brückenau; diese Kolonie umfaßt etwa 20, z. T. recht große Nester, die jedoch unter Plünderungen zu leiden hatten. Die Kolonie befindet sich hier bereits einige Jahrzehnte.

Stammkolonie K liegt bei Zellingen im Bereiche des Gemeindewaldes.

II. Der Standort

Viel Auswahl stand nicht zur Verfügung, da größere Fichtenbestände in der Umgebung von Würzburg, dessen warmes, die Ameisen förderndes Klima (vgl. GÖSSWALD 1932, 1938, 1941 d) für eine gedeihliche Königinnenzucht ausgenutzt werden sollte, selten sind. An den besonders warmen Muschelkalkhängen des Maintales gibt es keine für die Fichtenrasse geeigneten Waldbestände. Es blieb nichts anderes übrig, als einen etwa 65jährigen Fichtenbestand auszuwählen, dessen Lage im Forstamt Waldbrunn bereits gekennzeichnet wurde. Die Länge beträgt etwa 350 m, die Breite etwa 100—300 m (vgl. Skizze, Abb. 13, S. 101).

Es handelt sich um einen sehr gut gewachsenen Bestand auf Lößboden. Das Mikroklima ist, besonders in einigen Senkungen, relativ kühl und feucht. Nachdem der Bestand ursprünglich ziemlich dicht bestockt war, hat ihn ein Borkenkäferbefall gelichtet. Nach dem bisherigen Verlauf der Borkenkäferkalamität soll der „Ameisenwald" der noch am besten erhaltene Bestand sein; ich bezweifle aber, ob dies ein Erfolg der Ameisen ist; denn die Ableger waren viel zu spät ausgesetzt worden und sind mit wenigen Ausnahmen noch zu schwach, um gerade beim Borkenkäfer rechtzeitig vorbeugend zur Wirkung zu kommen; bei einigen älteren Nestern ist allerdings der Befall auffallend gering. Die weitere Entwicklung läßt sich noch nicht absehen. Der Große Buchdrucker wird verhältnismäßig gut bekämpft, aber der Kupferstecher hat immer wieder Gelegenheit, in großen Massen aus den scheinbar trockenen Prügeln auszufliegen, so daß mit weiteren Neuinfektionen zu rechnen ist. Andere Schädlinge sind nicht in Erscheinung getreten.

Zusammenfassend ist das Mikroklima relativ kühl und feucht.

III. Die bisherige Entwicklung der Zuchtnester

Die Nester der Zuchtstation sind noch nicht vollständig, doch soll bereits jetzt berichtet werden, um möglichst bald Gelegenheit zur Anlage weiterer für die Waldhygiene dringend benötigter Stationen für die Forstverwaltung zu geben, zumal hinreichend Erfahrungen mit früher angelegten Zuchtnestern zum Gewinnen von Königinnen der Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise vorliegen. Die Station soll noch auf 100 Nester angereichert werden.

Es muß vorausgeschickt werden, daß die Entwicklung der Nester durch anhaltende Plünderungen seitens der Puppensammler sowie durch sehr häufiges Wegfangen unkontrollierbarer Mengen von Ameisen durch Gewinnen von Ameisenspiritus sehr stark beeinträchtigt worden ist. Mit einer Flasche werden etwa 30 000 Arbeiterinnen entfernt; auf 1 Liter gehen, wie durch Zählung festgestellt wurde, rund 45 000 Stück. Neben dem Sammeln von Ameisenpuppen (auf 1 Liter 20 000) bedeutet also auch das Gewinnen von Ameisenspiritus eine beträchtliche Einbuße für das Ameisenvolk, die von weniger schnell heranwachsenden Ablegern unter Umständen nicht überwunden werden kann. Durch rücksichtsloses Holzschleifen wurden 16 in der Entwicklung begriffene, meist noch kleinere, aber auch größere Ableger vernichtet, davon noch fünf Stück nach dem letzten Stichtag, an dem die Nester 1949 zuletzt vermessen wurden. Seit der Umzäunung der Nester, über die S. 94 ausführlicher berichtet wird, hören die Störungen fast auf und die Weiterentwicklung der Nester zeigt infolgedessen einen bisher noch selten beobachteten Auftrieb. Bis zum letzten Stichtag (1. Oktober) des Jahres 1949 war erst ein Teil der Nester wenige Wochen zuvor eingezäunt worden. Aus der Tatsache, daß die Bevölkerungszunahme des Ameisenbestandes gleichwohl als befriedigend bezeichnet werden kann, geht unter Berücksichtigung der bisher vorherrschenden für die Ameisen ungünstigen Verhältnisse hervor, daß bei rechtzeitigem Schutz der Nester sofort nach dem Aussetzen der Ableger noch viel mehr für die Waldhygiene erreicht werden kann.

Die Tabelle bietet einen Einblick in das Nestwachstum während der letzten Jahre. Auf frühere Messungen wurde verzichtet, denn die Nester waren vielfach derart zerstört durch die bereits erwähnten Eingriffe, daß ein regelmäßiger Nestumfang oder eine natürliche Nesthöhe nur selten anzutreffen war.

1. Kolonievermehrungen aus den Jahren 1947 und 1948

Die Ableger Nr. 1 und 2 haben sich gut entwickelt; sie stammen wie die ebenfalls schön herangewachsenen Nester Nr. 8 und 11 aus der Stammkolonie B bei Guttenberg. Nr. 1 und 2 wurden im April 1947 ausgesetzt. Das Nest Nr. 1 hat bei der letzten Messung eine Höhe von 90 cm und einen Durchmesser am Boden von 200 cm erreicht. Im Umkreis von anschließend 100 cm um die aus Vegetabilien aufgebaute Nestkuppel ist die aus dem Boden herausgeschaffte Erde aufgetürmt und führen Gänge unmittelbar nach der Tiefe. Dieses Nest war nicht so stark geplündert worden, wie andere. Es waren auch nur einige Male Flaschen, die zum Gewinnen von Ameisenspiritus im Nest steckten, entfernt worden; wie oft die Tätigkeit der Ameisenspiritussammler unbeobachtet blieb, läßt sich nicht sagen. Die

Tabelle 1

Entwicklung der Ableger Nr. 1—17 in der Königinnenzuchtstation bei Würzburg/Waldbrunn (Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise und Mittleren Roten Waldameise)

Nr.	ausgesetzt Datum	♀♀	alt	jung ♀♀	am 1. VI. 1949 Höhe	Durchm	Zahl der ♀♀	Bemerkung	am 1. X. 1949 Höhe	Durchm.	Zahl der ♀♀	Bemerkung	am 1. VI. 1950 Höhe	Durchm	Zahl d. ♀♀	am 1. 10. 1950 Höhe	Durchm.	Zahl der ♀♀	Herkunft
1	Apr. 47	50 000	50		95	190	400 000	Ameisenspiritus gesammelt	100	205	500 000	Ameisenspiritus	90	220	590 000	90	270	700 000	Guttenberg
2	„	40 000	30		90	170	130 000	Ameisenpuppen gesammelt	90	175	200 000	„	55	140	180 000	70	180	250 000	„
3	Apr. 48	20 000	1	20	35	50	3 000	d. Baumfällen u. Schleif. zerstört	35	50	5 000		35	60	10 000	45	70	20 000	Pfütsche, Große Rote Waldameise
4	„	20 000	10		50	110	100 000	Puppen ges.	50	100	70 000	Puppen ges.	20	120	50 000	45	140	80 000	Gerchsheim
5	„	20 000	10		58	100	60 000	„ „	75	130	60 000	„ „	70	130	90 000	70	150	200 000	„
6	„	20 000	10		45	70	60 000	„ „	60	100	120 000	„ „	60	110	130 000	60	110	150 000	„
7	„	20 000	10		30	50	50 000	„ „	hat sich mit Ableger 6 vereinigt, Mai 1950 neu angelegt				55	110	70 000	60	140	100 000	Gerchsheim, dann Gramschatz
8	„	20 000	10		55	100	110 000	„ „	70	140	180 000	Puppen ges.	65	140	200 000	65	160	250 000	Guttenberg
9	„	20 000	10		55	100	60 000	Ameisenspiritus gesammelt	85	130	80 000	„ „	70	150	120 000	75	150	200 000	Gerchsheim
10	„	20 000	10		60	100	55 000	sehr oft ges.	60	100	15 000	gewandert, dann verschwunden							„
11	„	20 000	10		85	170	200 000	—	100	190	300 000	für Versuche z.T. ausgegraben	50	120	180 000	65	165	250 000	Guttenberg
	Zus.	270 000					1 218 000				1 530 000							2 200 000	
12	Apr. 49	20 000	10		85	120	80 000	Puppen ges.	90	160	70 000	Puppen ges.	60	160	140 000	60	175	200 000	Gerchsheim
13	„	20 000	5		50	90	70 000	Puppen, sehr stark	35	45	25 000	„ „	40	60	35 000	40	60	50 000	Mellrichstadt
14	„	10 000	5		55	60	15 000	Puppen ges.	45	80	30 000	„ „	45	90	45 000	50	90	80 000	Steinbach
15	„	10 000	5		30	40	12 000	„ „	35	45	25 000	„ „	45	100	50 000	40	100	90 000	„ „, neu Mellrichstadt
16	„	10 000	5		45	60	30 000	„ „	60	85	20 000	„ „	45	100	60 000	55	100	100 000	Gerchsheim
17	„	15 000	10		40	80	50 000	„ „	80	110	100 000	„ „	60	105	90 000	70	115	120 000	„
18	„	10 000	5		45	55	40 000	„ „	20	35	10 000	„ „	55	75	40 000	60	100	90 000	Steinbach
19	„	10 000	5		50	70	45 000	„ „	55	90	15 000	„ „	40	60	30 000	40	90	70 000	„
20	„	20 000	5	200	45	70	90 000	—	60	100	170 000	„ „	50	110	175 000	60	140	200 000	Zellingen
21	„	10 000	5	150	40	50	45 000	Puppen ges.	50	70	75 000	„ „	45	60	50 000	50	70	80 000	„

22	„	10 000	5		50	35	40 000	„ „	45	80	60 000	„ „	35	50	70 000	40	60	75 000	„
23	Mai 49	10 000			35	60	30 000	Puppen ges., sehr stark	50	90	15 000	„ „	45	100	50 000	60	120	100 000	„
24	Apr. 49	20 000	5	200	55	80	100 000	—	75	105	200 000	—	60	130		70	170	300 000	Gerchsheim
25	„	20 000	10	150	30	60	75 000	Puppen ges.	60	90	100 000	—	45	100	120 000	50	120	200 000	Gramschatz
26	Mai 49	10 000	5		35	70	50 000	„ „	40	75	15 000	Mai 1950 neu angelegt	60	100	120 000	60	120	200 000	„, neu Mellrichstadt
27	Apr. 49	15 000	5	150	70	110	60 000	„ „	85	150	85 000	—	60	120		90	190	300 000	Gramschatz
28	„	10 000	5	150	70	85	70 000	„ „	80	110	85 000	stark geplündert	65	110	40 000	abgewandert			„
29	„	20 000	10	200	55	75	100 000	—	80	120	200 000	—	70	130	250 000	80	200	350 000	„
30	Mai 49	10 000	5		50	82	50 000	Puppen ges.	30	40	20 000	Puppen ges.	45	70	35 000	40	100	80 000	„
31	Apr. 49	10 000	5	150	50	75	80 000	„ „	60	110	50 000	„ „	55	120	100 000	50	130	250 000	„
32	Mai 49	10 000	5	150	40	80	70 000	„ „	75	100	70 000	Mai 1950 neu angelegt	50	80	50 000	45	110	90 000	Mittelsinn, neu Mellrichstadt
33	„	10 000	5	50	40	75	50 000	„ „	24	40	10 000	Puppen ges.	20	50	20 000	20	50	50 000	Mittelsinn
34	„	10 000	5	50	40	55	45 000	„ „	40	60	25 000	„ „	35	60	35 000	40	70	70 000	„
35	Juni 49	10 000	5		40	70	45 000	Große Rote Waldameise	40	55	5 000	„ „	20	70	20 000	30	70	60 000	„
36	„	10 000	5		45	55	30 000	Puppen ges.	50	80	35 000	„ „	40	100	45 000	20	50	40 000	„
37	Apr. 49	20 000	10	200	40	70	60 000	„ „	40	80	100 000	„ „	20	100	80 000	30	130	120 000	Steinbach im Winter 1949/50 z. T. ausgegrab.
38	Juni 49	20 000	5	100	75	75	70 000	sehr stark geplündert	20	25	20 000	Mai 1950 neu angelegt	55	110	80 000	60	110	90 000	Mellrichstadt, neu Mittelsinn
39	„	20 000	5	100	70	80	75 000	sehr stark geplündert	45	70	15 000	Puppen ges.	50	100	40 000	55	120	100 000	Mellrichstadt
40	Apr. 49	20 000	10	200	40	65	120 000	Puppen ges.	70	120	200 000	„ „	75	110	230 000	70	130	300 000	Gramschatz
41	Juni 49	10 000	5	100	30	80	60 000	z. T. Große Rote Waldameise	40	50	10 000	„ „	60	105	40 000	70	120	100 000	„
42	Mai 49	15 000	5	100	55	75	60 000	Puppen ges.	40	60	75 000	gewandert	45	60	65 000	40	60	80 000	Mellrichstadt
43	„	20 000	5	100	55	90	100 000	„ „	80	130	120 000	Puppen ges.	70	120	150 000	70	130	200 000	„
44	Juni 49	10 000	5	30	45	65	60 000	„ „	40	90	80 000	Mai 1950 neu angelegt	40	100	50 000	40	110	90 000	Mellrichstadt, neu Gramschatz
45	„	10 000	5		33	55	30 000	„ „	45	65	60 000	„ „ gewandert	55	90	40 000	30	60	50 000	Mellrichstadt, neu Mellrichstadt
46	„	10 000	5		30	60	60 000	„ „	65	100	75 000	Puppen ges.	65	110	85 000	65	110	120 000	Mellrichstadt
47	„	10 000	5		40	80	40 000	„ „	55	70	60 000	„ „ gewandert	45	100	75 000	40	110	100 000	„
	Zus.	485 000					2 107 000				2 330 000							4 595 000	

Zahl der Arbeiterinnen ist nach Schätzungen von 50 000 des Ausgangsstandes (im April 1947) auf 400 000 Arbeiterinnen bis zum Juni 1949 angewachsen, also auf 800 %, bis zum 1. Oktober auf 500 000 oder um weitere 125 % gegenüber dem ersten Stichtag des gleichen Jahres, somit auf 1000 % oder auf das Zehnfache des Ausgangsbestandes. Im Jahre 1950 ist das Nest mehr in die Breite gewachsen, und zwar auf einen Durchmesser von 270 cm, während die Höhe noch 90 cm beträgt. Die Bevölkerung beläuft sich am 2. Oktober 1950 auf ca 700 000 ☿☿; es ist gegenüber dem Vorjahr ein Zuwachs von 200 000 ☿☿ zu verzeichnen, also noch einmal ein Wachtstum von 140 % oder bisher im ganzen eine Zunahme von 1400 % des Ausgangsbestandes.

Dabei ist der Standort des Nestes nicht überdurchschnittlich günstig an einem besonders sonnigen Wegrand, sondern im Bestand gelegen. Die Hauptnahrung bilden die Exkremente der Rindenläuse. Zwischendurch wurden in großer Zahl bei Fangbaumschälungen Borkenkäfer, vor allem Larven- und Puppenstadien, eingetragen. Das Jagdrevier reichte bereits auf 40 m im Umkreis.

Schon im ersten Jahre wurden geflügelte Geschlechtstiere aufgezogen, und zwar konnten einige tausend Männchen für die Königinnenzucht abgesammelt werden, im zweiten Jahr ca. 12 000 Männchen und nach einer dreiwöchigen Schlüpfpause noch dazu ca. 200 Weibchen; auch 1950 schwärmten aus diesem Nest sowohl ♂♂ wie ♀♀, letztere weit überwiegend.

Der ebenfalls im April 1947 ausgesetzte Ableger Nr. 2 war von Anfang an nicht so stark gewesen und hatte wiederholt nicht nur durch Sammler von Ameisenspiritus, sondern auch unter Puppenräubern zu leiden. Immerhin beträgt die Nesthöhe 1949 90 cm und der Durchmesser der Nestkuppel am Boden 175 cm, der Erdauswurf um das Nest ist hier nicht so stark. Die Zahl der Arbeiterinnen wurde im zweiten Jahre am 1. Juni auf 130 000 und am 1. Oktober 1949 auf 200 000 geschätzt, hat also von 1947 bis zum 1. Juni des Jahres 1949 auf 325 % und bis zum zweiten Stichtag auf 500 % und im gleichen Jahre 1949 zwischen den beiden Stichtagen um 153 % zugenommen. Im Winter 1949/50 wurde das Nest zwecks Entnahme von Versuchstieren für Laboratoriumsversuche zum Teil ausgegraben. Gleichwohl hat der Individuenbestand bis zum Stichtag dieses Jahres um 50 000 auf 250 000 ☿☿ zugenommen.

Der Standort liegt auch hier mitten im Walde und bietet keine Besonderheiten.

Ableger 3 wurde 1948 ausgesetzt. Die bereits S. 81 erwähnte Stammkolonie E_1, von der das Ameisenmaterial entnommen wurde, zeigt viele Züge der Großen Roten Waldameise und hat sich für die Kolonievermehrung nicht bewährt. Allerdings hatte Nest 3 von Anfang an eine weniger große Zahl von Arbeiterinnen mitbekommen. Zunächst war das Nest sehr steil aufgebaut worden, wie es der Nestbauweise der Großen Roten Waldameise entspricht. Im Sommer 1948 wurde eine Altfichte unmittelbar auf das Nest gefällt, wo sie längere Zeit liegen blieb; der Hauptteil der Ameisenbevölkerung war dadurch vernichtet worden. Im Herbst wurde der Rest durch Holzschleifen fast vollends ausgerottet, das Nest schien ausgestorben. Im Frühjahr zeigte sich, daß doch noch ein kleiner Bestand von einigen hundert Ameisen davongekommen war, die sich in

einem kleinen Nesthäufchen gesammelt hatten; auch einige Königinnen, vielleicht die aus der Königinnenzucht zugesetzten minor-♀♀, befanden sich darunter. Im Sommer 1949 wurde die Nestkuppe vergrößert, aber zu einem stärkeren Wachstum kam es nicht. Der geschätzte Ameisenbestand beläuft sich etwa auf 5000 Arbeiterinnen, also ein Viertel der ursprünglich ausgesetzten Ameisen, später bis zum Stichtag des Jahres 1950 auf ca. 20 000 ☿☿.

Die aus der Stammkolonie D gewonnenen Ableger Nr. 4, 5, 6, 7 sowie 9 und 10 hatten besonders stark unter Puppensammlern zu leiden, in Ableger 10 wurden dazu auffallend oft Flaschen zum Gewinnen von Ameisenspiritus gefunden. Abgesehen von diesen Eingriffen ist noch zu berücksichtigen, daß die ab 1948 ausgesetzten Ableger von Anfang an nicht so stark waren wie Nr. 1 und 2; es zeigt sich immer wieder, daß es besser ist, an weniger gut besonnten Plätzen wenige besonders große, statt mehrere mittelstarke Ableger auszusetzen. Die unter natürlichen Verhältnissen von Mutterkolonien abgezweigten Nester sind ebenfalls im Bestandesinnern sehr viel individuenreicher als die am Waldrand sich ausbreitenden; sie können von Anfang an 200 000 Arbeiterinnen umfassen und stehen noch lange mit dem Muttернest in enger Verbindung, wobei sie oft nachträglich noch Brut und Königinnen von dort beziehen. Die Stammkolonie D hat sich nicht als besonders brauchbar, aber auch nicht als ungenügend erwiesen. Die Auswahl an Kolonien ist noch nicht so groß, daß auf solche Stammkolonien zur Entnahme von Arbeiterinnen verzichtet werden kann. Mit der Zeit werden sich die besonders brauchbaren Stämme durchsetzen, da diese am schnellsten heranwachsen und zuerst geflügelte Tiere zur Königinnenzucht liefern und auch deshalb, weil die zurückgebliebenen Ableger mit jungen Königinnen aus den ertragreichen Stämmen angereichert werden und sich infolgedessen mit der Zeit der Stamm mit der größten Vitalität durchsetzt. Wegen der vielen Eingriffe in die Nester hat die Zusammenstellung des Zuwachses nur sehr bedingten Wert. Die Ableger wurden im Herbst 1949 umzäunt; dieser Schutz hat sich in einer relativ stärkeren Zunahme der Ameisenbevölkerung im kommenden Jahr ausgewirkt.

Ableger 4 ist in der Nähe des jetzigen Ablegers 43 ausgesetzt worden, an der Grenze zwischen dem Fichtenbestand und dem nach oben sich anschließenden Buchenaltbestand; dieses Ameisenvolk wandert durch den Buchenbestand hindurch in einen auf der Anhöhe liegenden mit Fichten und Altkiefern besetztem Einsprengling des Buchenwaldes, der sehr sonnig und warm gelegen ist und auf die Ameisen eine besondere Anziehungskraft ausüben dürfte, zumal auch 1949 der Ableger 47 sich in unmittelbarer Nähe vom Nest 4 festsetzte. Nest 4 beginnt erst seit wenigen Wochen unter dem Schutze der Einzäunung sich von den Plünderungen zu erholen. Die Zahl der Ameisen beträgt gegen Ende 1949 70 000 ☿☿, nachdem bereits im ersten Jahr die Bevölkerung, bevor stärkere Plünderungen einsetzten, auf 100 000 ☿☿ angestiegen war; auch 1950 wird der Bestand gering auf etwa 80 000 ☿☿ geschätzt.

Auch Ableger 5 ist gewandert, und zwar ungefähr von dem Platz, den jetzt Ableger 46 einnimmt, an Nest 6 vorbei über den Weg in einen kleinen Fichteneinsprengling. Die Insolation ist hier nicht besonders vorteilhaft, da sich im Süden Laubwald anschließt. Am 1. Oktober 1949 wurde das Nest auf ca. 60 000, am 2. Oktober 1950 auf ca. 200 000 ☿☿ geschätzt.

Es ist bisher trotz wiederholter Versuche nicht gelungen, innerhalb des oberen rechten Sektors an der Wegkreuzung im Südende des Ameisenwaldes einen Ableger bodenständig zu machen; auch Ableger 7 wanderte an den Wegrand, hat sich hier sehr gut entwickelt, nach einigen Monaten aber, vielleicht veranlaßt durch Störungen, mit dem weiter oben am Weg gelegenen Ableger 6 vereinigt. Wahrscheinlich nehmen die Ameisen die Gelegenheit wahr, aus dem mikroklimatisch ungünstig gelegenen Kälteloch in dem bezeichneten Sektor an den besser besonnten Waldrand und schließlich nach oben zur wärmeren Hanglage abzuwandern; solche Stellen müssen mit besonders starken Ablegern besetzt werden, die selbst so viel Eigenwärme im Nest besitzen, daß sie nicht auf Sonnenenergie angewiesen sind.

Ableger 6 ist durch Zuwachs von Ableger 7 trotz der Plünderungen auf einen Bevölkerungsstand von 120 000 Arbeiterinnen angestiegen, im nächsten Jahre weiter auf 150 000 ☿☿.

Am Standort vom Ableger 7 wurde 1950 von Stammkolonie F ein neuer Ableger ausgesetzt, der sich diesmal am Wegrand hielt und bis zum 2. Oktober auf ca. 100 000 ☿☿ angewachsen war.

Ableger 8 war, nachdem er sich ebenfalls sehr schön entwickelt hatte, durch Puppensammler vollständig eingeebnet worden und mußte im gleichen Jahr neu mit Ameisenmaterial aus Guttenberg besetzt werden.

Der neue Ableger 8 ist bis zum 1. 6. 1949 auf 110 000 oder 550 % des Ausgangsbestandes, bis zum 1. Oktober 1950 um weitere 163 % (bezogen auf den ersten Stichtag) auf insgesamt 180 000 ☿☿ oder auf 900% des Ausgangsbestandes angewachsen. 1949 kamen Männchen zur Entwicklung; diese Zunahme entspricht den auch anderwärts mit Stammkolonie B gewonnenen guten Erfahrungen. Auch 1950 machte das Wachtstum des Nestes sehr gute Fortschritte bis auf 250 000 ☿☿ oder 1250% des Ausgangsbestandes, in diesem Jahre entwickelten sich bereits geflügelte ♀♀, ein Zeichen sehr guten Gedeihens.

Ableger 9 stieg zum Oktober 1949 auf 80 000, zum Oktober 1950 auf 200 000 ☿☿ an.

Ableger 10 hatte, wie schon erwähnt, besonders stark unter Einbußen durch Gewinnen von Ameisenspiritus*) zu leiden und wurde schließlich völlig ausgerottet. 1950 wurde, da die Ameisen nunmehr verschwunden waren, aus Stammkolonie F ein neuer Ableger ausgesetzt, der bis zum 2. Oktober auf 100 000 ☿☿ angewachsen war.

Ableger 11 ist kaum merklich gestört worden und hat sich dementsprechend gut entfaltet. Auch Ableger 11 stammt von der bereits erwähnten Mutterkolonie B bei Guttenberg; beide Nester zeichnen sich wieder durch besonders gutes Wachstum aus, das zweifellos ohne die Störungen noch höhere Zahlen erreicht hätte. Bis zum 1. Juni 1949, also nach einem Jahr, beträgt die Bevölkerung etwa 200 000, bis zum 1. Oktober 1949 bereits 300 000 bei einer Höhe des Nestes von 100 cm und einem Durchmesser

*) Nachdem ich wiederholt Flaschen in diesem Nest gefunden hatte, kam ich selbst dazu, als eine Person neuerdings an dem mit zu weitmaschigem Draht eingezäunten Nest Ameisen entnehmen wollte. Die betreffende Sammlerin gestand, schon mehrfach Ameisenspiritus gewonnen zu haben und bat unter Tränen, weiterhin wenigstens anderswo Ameisen entnehmen zu dürfen; nachdem alle ärztliche Kunst versagt habe, sei der „Ameisenspiritus" das einzige Mittel, welches tatsächlich gegen ihre Schmerzen (Gicht oder Rheuma) helfe.

Tabelle 2: Entwicklung der Ableger Nr. 48 — 64 in der Königinnenzuchtstation bei Würzburg/Waldbrunn (Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise)

Nr.	ausgesetzt			am 1. VI. 1950			am 1. X. 1950			Herkunft
	Datum	☿☿	♀♀	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿	
48	Apr. 50	20 000	10	50	75	50 000	70	135	150 000	Mellrichstadt
49	„	20 000	10	50	75	45 000	50	90	80 000	„
50	„	20 000	10	25	70	25 000	40	90	50 000	„
51	„	20 000	10	45	100	60 000	50	120	120 000	„
52	„	20 000	10	40	65	30 000	40	70	60 000	Mittelsinn
53	„	20 000	10	55	75	50 000	50	90	80 000	„
54	„	20 000	10	55	85	60 000	55	110	100 000	Gramschatz
55	„	20 000	10	65	105	70 000	65	130	140 000	Mittelsinn
56	„	20 000	10	55	100	65 000	55	120	120 000	Gramschatz
57	„	20 000	10	45	90	55 000	45	90	70 000	„
58	„	20 000	10	70	90	50 000	45	70	50 000	Mittelsinn
59	„	20 000	10	70	110	65 000	65	120	120 000	„
60	„	20 000	10	60	105	60 000	55	125	120 000	Gramschatz
61	„	20 000	10	45	100	55 000	55	120	110 000	Mittelsinn
62	„	20 000	10	35	60	50 000	45	105	100 000	Gramschatz
63	„	20 000	10	60	105	65 000	55	120	120 000	Mellrichstadt
64	„	20 000	10	70	110	80 000	60	140	150 000	Gramschatz
Zusammen		340 000				935 000			1 740 000	

von 190 cm, das ist eine Zunahme auf 1000 % bzw. 1500 %. Zwischen dem ersten und zweiten Stichtag hat das Nest um 150 % zugenommen. Etwa 8000 geflügelte Männchen wurden 1949 für die Königinnenzucht gewonnen. Im Winter 1949/50 mußten für Versuchszwecke mehrere Königinnen und sehr viele ☿☿ entnommen werden. Gleichwohl erholte sich das Nest sehr gut, so daß bis zum 2. Oktober 1950 wieder eine Bevölkerung von 250 000 ☿☿ erreicht war.

Insgesamt haben die Ableger 1 mit 11 der Jahre 1947 und 1948 bis zum 1. Juni 1949 auf 455 % und bis zum 1. Oktober 1949 auf 567 % zugenommen. Am zweiten Stichtag dieses Jahres betrug die Zunahme 125 %, bezogen auf den ersten Stichtag. Im Jahre 1950 waren die Ameisen bis zum 2. Oktober auf insgesamt 2 200 000 ☿☿ angewachsen, gegenüber dem Oktober 1949 bedeutet dies eine Zunahme von 144 %, verglichen mit dem Ausgangsbestand des Jahres 1947 bzw. 1948 auf 815 %.

2. Kolonievermehrungen aus dem Jahre 1949

Im Jahre 1949 konnten infolge grundlegender Verbesserung der Transportverhältnisse mehr Ableger auch aus weiterer Umgebung ausgesetzt werden. Aus allen Stammkolonien haben sich mehr oder weniger gute Ableger entwickelt. Meist zeigen die Nester nach der ersten Überwinterung ein „individuelles" Gepräge, das bei häufigem Besuch unverkennbar ist. Wegen der vielen, z. T. sehr starken Plünderungen und der kurzen Beobachtungszeit kann noch nicht viel zur Eigenart der Entwicklung gesagt werden. Solange die Nester noch nicht tief in den Boden hineingebaut sind, werden vielfach bei den Plünderungen auch die Königinnen mit erfaßt. Ableger, die besonders gut zu werden versprachen, können durch den Verlust mehrerer Königinnen geschwächt in der Entwicklung zurückbleiben.

Erst als im Herbst 1949 die Nester, wie in den Abbildungen dargestellt, vor solchen Zugriffen geschützt worden waren, konnten sie sich natürlich entfalten. Der Erfolg war unverkennbar.

Die eingehende Beschreibung soll späteren Berichten vorbehalten werden. Einstweilen wird aus den erwähnten Gründen die bisherige Entwicklung dieser neuen Ableger summarisch geschildert.

Insgesamt wurden 1949 in der Königinnenzuchtstation 40 neue Ableger ausgesetzt; von diesen gehören sämtliche der Fichtenrasse an, mit Ausnahme von Nr. 35 und 41 (Große Rote Waldameise) und 48—52 (Wiesenameise), welche versehentlich geliefert worden waren und sich in dem Fichtenbestand aus biologischen und ökologischen Gründen nicht halten konnten. Die Ableger 48—52 starben sehr schnell aus und wurden in der Tabelle gar nicht aufgeführt.

Der Gründungsbestand der übrigen Ableger Nr. 12—47 beträgt insgesamt 485 000 Arbeiterinnen zusammen mit den Königinnen. Bis zum 1. Juni des gleichen Jahres war der Bestand auf 2 107 000 Arbeiterinnen angewachsen, somit auf 434 %. Die weitere Bevölkerungszunahme ließ infolge starker Nestplünderungen zu wünschen übrig. Bis zum 1. Oktober erhöhte sich die Zahl der Ameisen auf 2 330 000 oder 480 % oder bezogen auf den Stand vom 1. Juni des gleichen Jahres auf 111 %. Immerhin ist das Gesamtergebnis so, daß von einem guten Erfolg gesprochen werden kann.

Nachdem die meisten Nester im Oktober 1949 geschützt waren und anschließend auch die übrigen eingezäunt wurden, haben die Plünderungen nachgelassen. Immerhin zeigte sich, wie notwendig eine dauernde Überwachung ist; bei einem Besuch im Jahre 1950 stellte ich fest, daß sechs Schutzhauben, die nicht tief und fest genug im Boden verankert wurden, umgeworfen worden waren.

Im Oktober 1950 wurde die Bevölkerung von Nest 12—47 auf 4 595 000 Arbeiterinnen geschätzt, gegen das Vorjahr bedeutet das eine Zunahme auf 197 % oder verglichen mit dem Ausgangsbestand ein Wachstum auf 947 %. Nachdem die Nachwirkungen der 1949 vorausgegangenen intensiven Plünderungen überwunden sind, dürfte in Zukunft noch schnelleres Wachstum zu erwarten sein. Im einzelnen ist noch zu vermerken, daß einige Ableger im Jahre 1950 mit neuem Ameisenmaterial ergänzt worden sind, und zwar Ableger Nr. 15 (mit Ameisen aus Mellrichstadt), Nr. 26, welcher trotz guter Entwicklung im Spätherbst 1949 mit einigen anderen sich vereinigt hatte (Ameisen aus Mellrichstadt), desgleichen Nr. 32 (Mellrichstadt), Nr. 38 (Mittelsinn), Nr. 44 (Gramschatz), Nr. 45 (Mellrichstadt). Die durch diese Auffüllung ergänzte Ameisenzahl gleicht höchstens einen kleinen Bruchteil des durch Nestplünderungen bewirkten Abganges aus und liegt im ganzen auch noch im Bereich der beim Schätzen des Individuenbestandes nicht zu umgehenden Fehlergrenze, tut also der Genauigkeit wenig Abbruch; daher sei auf eine besondere Berücksichtigung bei der Auswertung verzichtet. Etwas hat sich der Nestschutz bereits ausgewirkt; denn die Ableger Nr. 1—11 hatten sich von 1947 bzw. 1948 im ganzen genommen auf 815 % ihres früheren Ausgangsbestandes vermehrt, also waren die später ausgesetzten, aber früher geschützten Nester Nr. 12—47 mit ihrem Wachstum auf 947 % in der kurzen Zeit von 1949 zum Oktober 1950 schneller herangewachsen.

3. Kolonievermehrungen aus dem Jahre 1950

1950 wurden außer den bereits erwähnten Ergänzungsablegern die Nr. 48—64 ausgesetzt. Das Ameisenmaterial stammt, wie in der Tabelle im einzelnen angegeben, aus Mellrichstadt, Mittelsinn und Gramschatz. Der Ausgangsbestand der im April 1950 ausgesetzten Ableger beträgt je Nest ca. 20 000 ☿☿ mit einer Anzahl ♀♀, insgesamt also für diese 17 Ableger ca. 340 000 ☿☿. Im Oktober wurde der Ameisenbestand auf 1 740 000 ☿☿ geschätzt, womit also eine Zunahme auf rund 512 % in nur 5—6 Monaten zu verzeichnen ist. Die auf den Nestschutz begründeten Erwartungen einer besseren Entwicklung gegenüber den früher ohne Schutz ausgesetzten Ablegern haben sich also erfüllt. Eine weitere Entwicklungsbeschleunigung der Ableger um ein Vielfaches läßt sich nach dem Ausbau der Station durch das Zusetzen junger Königinnen erreichen, wie frühere Versuche mit der Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise erweisen (Gösswald 1951a).

Insgesamt wurden auf der verhältnismäßig kleinen Fläche ca. 1 Million Ameisen angesiedelt, welche sich bisher auf ca. 8 Millionen vermehrt haben.

4. Wachstum der zur Stammkolonie A gehörenden Nester

Auch alte Nester bedürfen der Kontrolle und Pflege. Seit der ersten Besichtigung der Nester im Jahre 1944 haben die Eingriffe durch Puppenräuber und Ameisenspiritussammler derart überhandgenommen, daß die Nester auszusterben schienen. Erst nach der Umzäunng der Stammnester im Jahre 1949 erholten sich die Ameisen sichtlich. Nest I scheint, wenn man den außerordentlich starken Erdauswurf in Betracht zieht, recht alt zu sein. Nachdem das Nest noch zu Beginn des Jahres 1948 ziemlich schwach bevölkert war, ist die Bevölkerung unter Einwirkung des Schutzes bis zum 1. Juni auf 400 000 und bis zum 1. Oktober 1949 weiter auf 450 000 Arbeiterinnen gestiegen. Die Nesthöhe beträgt 95 cm und der Durchmesser 200 cm. Dazu kommt rings um das Nest ein 100 cm breiter Gürtel von Erdauswurf, der so stark unterminiert ist, daß man beim Herantreten an das Nest einsinkt. Nachdem 1948 bei weitem nicht die von der Größe des Nestes zu erwartende Zahl von geflügelten Geschlechtstieren gewonnen werden konnte, belief sich der Ertrag im Frühjahr 1949 auf ca. 8000 Weibchen, 1950 auf 15 000 Weibchen. Am letzten Stichtag (1. Oktober 1950) betrug die Zahl der ☿☿ ungefähr 500 000.

Auch Nest II hat sich unter dem Schutz der Umzäunung wieder gut erholt und bis zum 1. Juni 500 000, bis zum 1. Oktober 1949 550 000, bis zum 1. Oktober 1950 600 000 Arbeiterinnen aufzuweisen; dieses Nest ist

Tabelle 3: Weiterentwicklung der Stammnester I—IV in der Königinnenzuchtstation bei Würzburg/Waldbrunn (Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise)

Stamm-Nest Nr.	am 1. VI. 1949			am 1. X. 1949			am 1. VI. 1950			am 1. X. 1950		
	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿	Höhe	Durchmesser	Zahl d. ☿☿
I	90	200	400 000	95	200	450 000	75	240	475 000	75	240	500 000
II	100	200	500 000	100	200	550 000	85	250	575 000	110	270	600 000
III	60	130	250 000	80	160	350 000	75	200	350 000	70	200	400 000
IV	50	170	200 000	55	170	300 000	50	160	300 000	55	160	300 000
Zusammen			1 350 000			1 650 000			1 700 000			1 800 000

zur Zeit das stärkste Stammnest im weiten Umkreis auf viele Kilometer. Im Frühjahr 1949 wurden ca. 11 000 geflügelte Weibchen abgesammelt, 1950: 15 000.

Nest III hat im März 1949 den alten Platz verlassen, nachdem durch die Puppensammler der Boden bereits tief ausgehoben war und von einer Nestkuppel nichts mehr übrig blieb. Die Ameisen hatten sich einige Meter entfernt unter einem Haufen dürrer Kiefernäste gesammelt und mit dem Bau einer Nestkuppel begonnen. Nach etwa zwei Wochen wurde der Reisighaufen abgebrannt und auf diese Weise das Nest abermals zerstört. Gleichwohl blieben die Ameisen am Platz, sie bauten bald das Nest über das verkohlte Holz hinauf. Bis zum 1. Juni betrug die Nesthöhe bereits 60 cm und der Durchmesser 130 cm; die Zahl der Arbeiterinnen ist schnell herangewachsen, da wohl die Königinnen verschont geblieben waren, sie wird am ersten Stichtag auf 250 000 geschätzt. Bis zum Oktober stieg die Nesthöhe weiter an auf 80 cm und der Durchmesser auf 160 cm, ein sehr reicher Erdauswurf zeigt eine große Dichte der Bevölkerung an, die am 1. Oktober 1949 auf 350 000, am 1. Oktober 1950 auf 400 000 Arbeiterinnen geschätzt wird. Die Zahl der im Frühjahr 1949 aufgezogenen geflügelten Weibchen betrug ca. 1000, 1950 ca. 5000.

Nest IV war am Wegrand besonders vielen Störungen ausgesetzt. Zahlreiche aus- und einlaufende Ameisen zeigten eine starke Vitalität an, aber das Nest kam nie über eine mäßige Höhe hinaus. Im Juni 1949 betrug die Zahl der Arbeiterinnen ca. 200 000, unter dem Einfluß der Umzäunung stieg die Bevölkerung bis zum Oktober auf 300 000 an. Am ersten Stichtag betrug die Nesthöhe 50 cm und der Umfang 170 cm, am zweiten Stichtag hatte die Höhe noch um 5 cm zugenommen. Der Erdauswurf ist sehr stark, ca. 2000 geflügelte Weibchen wurden gewonnen. 1950 hatte das Nest am 1. Oktober 300 000 ♀♀.

Der Gesamtbestand aller Nester I—IV der Stammkolonie wird 1948 auf nicht ganz 1 Million ♀♀ geschätzt; die Kolonie, welche 1944 in bestem Zustande war, wäre wohl infolge der Plünderungen nunmehr fast ausgerottet, wenn die Nester nicht noch rechtzeitig eingezäunt worden wären; drei früher gut belebte Nester waren allerdings schon völlig vernichtet. Der Restbestand hat sich bis zum Juni 1949 auf 1 350 000 ♀♀ erholt, im Oktober des gleichen Jahres waren es bereits ca. 1 650 000 und im Oktober des Jahres 1950 1 800 000 ♀♀. Die gesamte Königinnenzuchtstation umfaßt somit einen Bestand von über 10 Million ♀♀ in 68 Nestern. Erstrebt wird ein Mindestbestand von fast 100 Nestern mit je ca. 500 000 ♀♀.

Es ist bemerkenswert, daß alle alten Nester Weibchen und nie Männchen aufzogen, während die jungen Ableger, sobald sie hinreichend stark sind, zunächst mit der Aufzucht von Männchen beginnen und dann erst, wenn sie besonders individuenreich sind, zur Weibchenzucht übergehen. Auch bei der Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise wurden die gleichen Erfahrungen in jahrelangen Beobachtungen gewonnen. Die Gründe für die Verschiedengeschlechtlichkeit der Nester sind noch nicht klar. In der Übergangszeit vom Männchen-Nest zum Weibchen-Nest werden im gleichen Jahre nach vorausgegangener Aufzucht von Männchen auch noch Weibchen nachgezogen. Wenn die beiden Geschlechter wenigstens am Ende bzw. Anfang ihrer Entwicklungszeit zusammentreffen, kann die Begattung in und auf dem Nest stattfinden, die Zahl der Königinnen wird infolge-

dessen sehr stark angereichert, das Wachstum der Bevölkerung erhält von diesem Zeitpunkt an einen gewaltigen Auftrieb. Umgekehrt können Weibchennester auch wieder in Männchen-Nester übergehen, wenn sie ganz besonders stark geplündert und infolgedessen geschwächt worden sind. Es besteht die Möglichkeit, daß auch bei diesem Übergange wieder Männchen und Weibchen zusammentreffen und infolgedessen eine Verjüngung des Volkes stattfindet. Auch diese Erscheinung des Wechsels vom Männchen- zum Weibchen-Nest trägt dazu bei, die Stetigkeit des Bestandes der Ameisen zu gewährleisten, vorausgesetzt, daß nicht starke Einbußen durch Plünderungen seitens des Menschen zur unnatürlichen Ausrottung führen. Im Verband starker Kolonien, die viele Nester umfassen, sind wohl neben Männchen-Nestern auch Weibchen-Nester vertreten; hier kann eine Begattung der geflügelten Ameisen von Nest zu Nest stattfinden. Da die Kleine Rote Waldameise auch nach der Begattung frei umherlaufende Weibchen im Nest aufnimmt und dem Bestand der alten Königinnen einverleibt, steht einer ständigen natürlichen Verjüngung der Kolonien bei der Kleinen Roten Waldameise nichts im Wege, und ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Mittleren Roten Waldameise, während die Kolonie der Großen Roten Waldameise nach dem Tode ihrer einzigen Königin allmählich verfällt.

Bei der Einrichtung der Königinnenzucht ist auf gleichmäßige Verteilung der Männchen- und Weibchen-Nester zu achten; ferner ist zu berücksichtigen, daß die Männchen früher zu schwärmen pflegen. Um nicht gegen Ende der Schwarmperiode eine größere Zahl von Weibchen übrigzubehalten, ist es ratsam, einige Männchen-Nester zu beschatten, so daß sie später schwärmen, und umgekehrt einige Weibchen-Nester besonders gut zu besonnen.

Auf den geplanten Ausgleich in der Aufzucht der Geschlechtstiere durch zusätzliche Anlage einer Königinnenzuchtstation in dem mikroklimatisch sehr warmen Standort bei Gramschatz in Ergänzung zu dem mikroklimatisch kalten Fichtenbestand bei Waldbrunn wurde bereits hingewiesen.

IV. Der Schutz der Nester

Die Notwendigkeit des Schutzes der Waldameisennester wurde wiederholt betont (Gösswald 1938 b, 1939 c, 1940 d, 1944 c). Bei langjährigen Beobachtungen in der Umgebung von Würzburg, München, Berlin und Eberswalde mußte in allen Fällen festgestellt werden, daß über 90 % der Nester deutliche Zeichen von Plünderungen aufweisen; besonders bei Berlin waren aus solchen Gründen die meisten Kolonien im Aussterben begriffen. Die Verordnungen, die zum Schutze der Roten Waldameise erlassen wurden, reichen praktisch nicht aus; die Bevölkerung weiß nicht einmal, daß die Rote Waldameise nützlich ist und unter Naturschutz steht und betrachtet die Nutzung, sei es durch Gewinnung von Puppen, Ameisenspiritus oder Stallstreu, als ihr selbstverständliches Recht, wo nicht, was bisher sehr selten der Fall ist, besonderes örtliches Interesse für die Waldameisen seitens der zuständigen Behörden besteht. Die Nutznießung der Waldameisennester hat sich derart eingebürgert, daß nicht einmal die künstlich angelegten Ableger, die deutlich als Versuche gekennzeichnet sind, verschont werden. Dabei bedürfen gerade die noch nicht sehr volkreichen Ableger des besonderen Schutzes; denn wie bereits erwähnt, können bei Plünderungen der

noch nicht in den Boden eingebauten Ableger Königinnen miterfaßt werden, und damit ist der Fortbestand in Frage gestellt, ganz abgesehen davon, daß von kleineren Völkern auch die Entnahme von Puppen und Arbeiterinnen noch weniger vertragen wird, als von volkreichen alten Kolonien. Es kommt also alles darauf an, die Ableger sofort nach dem Aussetzen vor nachteiligen Einwirkungen zu bewahren, und man sollte vor den Kolonievermehrungen in den betreffenden Forstämtern die Mittel und das Material für die Umzäunungen bereit halten, da erfahrungsgemäß sonst der Schutz zu spät zur Wirkung kommt.

Die Methoden des Schutzes richten sich nach den örtlichen Verhältnissen und nach dem Zweck der Nester. Wenn es sich, was sehr selten der Fall sein dürfte, um einen Standort handelt, an dem eine Beeinträchtigung der Nester durch den Menschen nicht zu befürchten ist, dann genügt ein Schutz gegen natürliche Feinde. Andernfalls ist eine Umzäunung der Nester angebracht.

1. Schutz der Nester vor natürlichen Nutznießern

Bereits früher wurden mit bestem Erfolg gegen natürliche Nutznießer die Nester mit dürrem Kiefern- bzw. Fichtenreisig bedeckt. Dieser Schutz behindert Dachs, Fuchs, Sauen, Rot- und Damwild, ferner den Specht am Zugang zum Nest. Die entgegenstarrenden Äste, die vor allem am Boden um das Nest herum gut verankert sein müssen, sind den genannten Tieren unbequem oder sie erkennen vielleicht das Nest nicht als solches. Tatsache ist, daß derart geschützte Nester, auch wenn sie bereits zuvor häufig gestört worden waren, unangetastet bleiben. Doch darf nicht versäumt werden, bei gelegentlichen Waldbegängen, wenn die Ameisen über die Äste hinaus in die Höhe gebaut haben, neue Äste aufzulegen. Auch bei jungen Ablegern wurde mit gutem Erfolg der natürliche Nestschutz angewendet, nur muß bei Nestwanderungen, die im Anfangsstadium der künstlichen Koloniegründung häufig sind, sofort das kleine neue Nesthäufchen geschützt werden, bevor es vom Specht und anderen Vögeln entvölkert wird. Falls im Anfangsstadium auch dieser natürliche primitive Schutz der kleinen Ableger versäumt wird, besteht die Gefahr, daß das Nest immer mehr dezimiert wird, bis es schießlich ganz ausstirbt.

2. Schutz der Nester vor dem Menschen

a) Umzäunung der nichtgenutzten Nester

Nester, die nicht zur Königinnenzucht oder zur Puppenentnahme genutzt werden, erhalten einen einfachen, fest im Boden verankerten Schutz, wie er z. B. in vorbildlicher Weise seit vielen Jahren von Herrn Oberforstverwalter CANTZLER bei Arzberg durchgeführt wird oder wie die Abbildungen 1—8 zeigen. Über das Nest wird aus stärkerem Stangenholz ein Pyramidenrahmen gebaut, hinreichend umfangreich, so daß das Nest noch in die Höhe und Breite wachsen kann. Die Pyramide wird mit nicht rostendem Draht bespannt, der engmaschig genug ist, um ein Eindringen von Vögeln und das Durchstecken auch schmaler Fangflaschen zu verhindern. Am Boden wird der Draht zweckmäßig auf einer Querleiste aufgenagelt, die ein Beiseiteschieben des Drahtes verhindert. Um ein Hochheben der Pyramide unmöglich zu machen, wird diese an tief in den Boden eingeschlagenen Kloben festgenagelt. Eine Wegnahme des Drahtes ist nicht

zu befürchten, wenn der Draht durch besondere Farbe als Eigentum der Forstverwaltung gekennzeichnet ist, so daß ein Diebstahl leicht nachgewiesen werden kann. Bisher ist noch nie ein Draht von Nestern entwendet oder eine Nestpyramide beschädigt worden. Die Kosten eines solchen Nestschutzes belaufen sich auf etwa 8,— DM für Materialkosten und auf 2,60 DM für Arbeitslohn. Dieser Aufwand ist bestimmt nicht zu hoch, wenn man bedenkt, wie vielseitig der Nutzen der Roten Waldameise ist durch Bodenverbesserung, Pflanzenanreicherung, welcher Schaden durch die Anwesenheit der Ameisen verhütet wird und wie billig die Ameisenvermehrung als ständig vorbeugende hygienische Maßnahme ist im Vergleich zu den sonst sehr hohen und nur vorübergehend helfenden Bekämpfungskosten, die zur Vernichtung der Schädlinge immer wieder von neuem aufgewendet werden müssen. Schließlich bedeutet die Wiedervermehrung der Roten Waldameise nicht nur mittelbar, sondern auch unmittelbar einen Wertzuwachs für den Wald. Es sei daran erinnert, daß allein aus Finnland vor dem Kriege jährlich für zwei Millionen Mark Ameisenpuppen für den Handel nach Deutschland eingeführt wurden. Dazu kommt die Ausbeute der eigenen Bestände. Ein großes Nest liefert im Jahr bei schonender Entnahme 2—3 Liter Ameisenpuppen (bei Raubbau über 10), das Liter wird z. Zt. für 2,80 DM verkauft. Abgesehen von der waldhygienischen Notwendigkeit ist die Anlage und der Schutz der Waldameisennester zugleich eine gute Kapi-

Abb. 1. Ableger Nr. 1 der Mittleren Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1947) im Oktober 1949 mit Nestschutz c

Abb. 2. Ableger Nr. 2 der Mittleren Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1947) im Oktober 1949 mit Nestschutz a

Abb. 3. Ableger Nr. 9 der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1948) im Oktober 1949 mit Nestschutz a

talanlage zum Zwecke einer ordnungsgemässen Nutzung statt wilder Plünderung. Auch an das geregelte Gewinnen von Ameisenspiritus als Heilmittel nach dem Vorbild des aus Bienengift gewonnenen „Forapin" kann gedacht werden, sobald die Ameisenbestände hinreichend stark vermehrt sind, so daß sie den in erster Linie wichtigen waldhygienischen Aufgaben genügen.

b) Umzäunung der für die Königinnenzucht genutzten Nester

Im Prinzip ist die Bauweise die gleiche wie unter a) beschrieben, nur werden die Gestelle nicht so tief im Boden verankert, damit sie im Frühjahr, wenn die Fangzwinger an die Stelle des Nestschutzes treten müssen, ohne besondere Anstrengung abgenommen werden können.

c) Umzäunung der Nester in den Ameisenfarmen

Auch hierfür kann im Grunde das gleiche Modell Verwendung finden, jedoch mit der Besonderheit, daß in die eine Seitenfläche der Pyramide nach der Seite ein durch Scharniere drehbarer Rahmen aufgesetzt ist, damit man zu dem Nest gelangen kann (vgl. Abb. 1). Die Notwendigkeit eines Verschlusses, etwa in Form eines Vorhängeschlosses, braucht nicht betont zu werden.

Zusammenfassend sei zum Schutz der Roten Waldameise erwähnt, daß erst nach seiner allgemeinen praktischen Durchführung mit einer Erholung der zur Gesundung und Gesunderhaltung des Waldes unbedingt notwendigen Waldameisenbestände zu rechnen ist. Auch jede Aufbauarbeit zur Neuanlage von Nestern ist, wie nun mehrjährige Erfahrungen gezeigt haben,

Abb. 4. Ableger Nr. 11 der Mittleren Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1948) im Oktober 1949, ♂-Nest, Nestschutz b

vergeblich, wenn die Nester nicht vor abermaliger Ausrottung durch den Menschen bewahrt werden.

Abb. 5. Ableger Nr. 15 der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1949) im Oktober 1949, ♀-Nest, mit Nestschutz a

C. Methoden der Königinnenzucht

Über die Methode der Königinnenzucht auf neuer Grundlage wurde zwar bereits berichtet (Gösswald 1947, 1951), doch soll zur Vervollständigung der Darlegung über die Errichtung der Königinnenzuchtstation auf die erforderliche Apparatur und den Gebrauch der Zuchtnester Bezug genommen werden.

Die Königinnenzucht greift auf die aus dem Nest ausschwärmenden jungen geflügelten Geschlechtstiere zurück, welche im Freien zum weitaus größten Teil zufolge der ihnen begegnenden Umweltwiderstände zugrundegehen würden, in der Königinnenzuchtstation aber fast alle automatisch erfaßt und für die künstliche Vermehrung abgesammelt werden.

Da wie erwähnt Männchen und Weibchen zumeist in verschiedenen Nestern oder wenigstens zu verschiedenen Zeiten schwärmen, wobei die Männchen früher ausfliegen, ist dafür Sorge zu tragen, daß beide Partner gleichmäßig zur Begattung zur Verfügung stehen. Neben der makro- und mikroklimatischen Lage, unter deren Einwirkung in jeder Gegend wenigstens die relative Schwarmzeitfolge festgelegt werden kann, ist noch zu berücksichtigen, daß die geflügelten Tiere zufolge der höheren Nestwärme in dichtbevölkerten, großen Nestern früher erscheinen als in schwachen Nestern. Dazu ist die Nestfeuchtigkeit im Frühjahr von Bedeutung; letzteres gilt für die oft in trockenen, sandigen Wäldern lebende Kiefernraupe der Kleinen Roten Waldameise, bei der unter der Einwirkung anhaltender extrem trockener Witterung (Flugsandbildung

Abb. 6. Ableger Nr. 24 der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1949) im Oktober 1949, mit Nestschutz a

auf dem Felde) die Aufzucht von geflügelten Geschlechtstieren im Frühjahr ausbleiben kann. Die Königinnenzuchtstation soll also nicht an einem zu extrem trockenen Standort eingerichtet werden. Sobald die geflügelten Geschlechtstiere schwarmbereit sind, sammeln sie sich auf der Nestoberfläche, um von einem erhöhten Punkt abzufliegen.

Abb. 7. Ableger Nr. 27 der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1949) im Oktober 1949, mit Nestschutz a

Ein Stoffüberzug aus Moskitotüll, Pe-Ce-Gewebe oder ähnlichem Gewebe, das zweckmäßig für den Freilandgebrauch imprägniert ist, verhindert das Davonfliegen der geflügelten Ameisen. Die Stoffhaube ruht auf Leichtmetallhohlstäben (etwa Gardinenstangen) die auf einer, dem Nestumfang angepaßten Blechumrandung (verzinktes Eisenblech oder Aluminiumblech, 0,5 bis 1 mm stark, 7 cm hoch, oben umgefalzt, um für die untere Zugvorrichtung der Stoffhülle Halt zu bieten) auswechselbar aufsitzen. Oben werden die Stangen auf der Innenseite eines Blechringes von etwa 7 cm Durchmesser durch Eisengewindeschrauben festgehalten. Auf der oberen Hälfte dieses aufwärts schwach konisch verlaufenden Blechringes ruht ein zweckentsprechend gedrechselter Kopf aus Holz, auf dem ein schmaler innerer, beiderseits offener und breiterer äußerer, oben geschlossener Zylinder aufsitzt. Der innere Zylinder kann aus Kupfer-, Messing- oder Weißblechfolie angefertigt sein, der äußere aus Glas. Die geflügelten Ameisen haben nun das Bestreben, von einem erhöhten Punkte der Nestkuppel abzufliegen. Nun werden vor dem Aufbau des Stoffüberzuges in die Nestkuppel dürre entästete Zweige gesteckt, die oben durch den Holzkopf hindurchführen und über den inneren offenen Zylinder etwa 2—3 cm hinausragen. Im Bestreben zum Abflug vom Nest einen möglichst hohen Punkt zu erreichen, laufen die geflügelten Ameisen an den Zweigen hoch. Oberhalb des inneren Zylinders angelangt fliegen sie gegen die

Abb. 8. Ableger Nr. 28 der Fichtenrasse der Kleinen Roten Waldameise (ausgesetzt im April 1949) im Oktober 1949, mit Nestschutz c

Abb. 9. Natürlicher Nestschutz bei der Kiefernrasse der Kleinen Roten Waldameise im Ameisenversuchswald bei Eberswalde 1944

durchsichtige helle innere Wand des äußeren Zylinders und prallen hier an. Die Innenwand des äußeren Zylinders und die äußere Wand des inneren Zylinders sind mit Talkum eingepudert, so daß die Ameisen nicht mehr hochlaufen können, sondern abrutschen. So werden die Ameisen zwischen den beiden Zylindern zu einem exzentrisch gelegenen Loch geleitet; von hier gelangen sie durch ein schräg durch den Holzkopf nach außen führendes Fallrohr in ein Fangglas, aus dem sie nicht wieder zurück können. Das Fangglas ist mit einem Gipsboden belegt, der die von den Ameisen benötigte hohe Luftfeuchtigkeit konstant hält, solange der Gips feucht ist und zudem die Ameisensäure aufnimmt und unwirksam macht. In einem geschlossenen Glase ohne Gips, Erde oder dergleichen gehen die Ameisen an der abgegebenen Säure in kurzer Zeit zugrunde. Ein über dem Fangglas abnehmbar angebrachter Sonnenschutz verhindert zu grelle schädliche Besonnung. Das Fangglas wird jeden Tag mindestens einmal entleert. Mit den zahlreichen geflügelten Ameisen werden fast regelmäßig eine geringe Zahl Arbeiterinnen gefangen. Man läßt diese wenigen Arbeiterinnen zweckmäßig bei den geflügelten Ameisen, damit sie deren Fütterung und Pflege übernehmen können.

Zur Begattung werden jeweils einige Tausende der abgesammelten Männchen und Weibchen zu etwa gleichen Teilen in ein Terrarium gebracht, welches eine Mindestgröße von etwa 23×36×26 Zentimeter aufweisen soll. Der Boden dieser Zuchtbehälter ist aus erwähnten Gründen mit einem einige Zentimeter hohen Gipsbelag versehen. Darüber sind in ungefähr ein Zentimeter großen

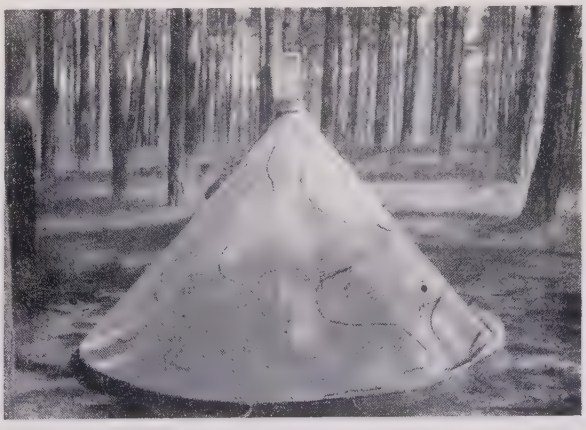


Abb. 10. Fangapparat zum automatischen Absammeln der geflügelten Geschlechtstiere über den Waldameisennestern; von der Nestkuppel führen Kiefernäste nach oben in den „Kopf" des Apparates

Abb. 11. Kopf des Fangapparates; über den inneren Blechzylinder ragt ein Ast empor an dem die geflügelten Ameisen emporlaufen; von hier fliegen sie gegen die Innenwand des äußeren Zylinders, rutschen ab und werden zwischen den beiden Zylindern in ein Fallrohr geleitet

Abb. 12. Das Fallrohr mündet in eine Fangflasche mit Gipsbelag; hier werden die geflügelten Ameisen zu vielen Tausenden gefangen. Sonnenschutz über dem Fangglas abgenommen. Das schwere Glas wird auf den die Stoffhülle und den Kopf tragenden Metallhohlstäben durch einen daruntergelegten Ast gestützt

Zwischenräumen einige feuchte Torfplatten geschichtet, die nach Bebedarf, bevor sie ausgetrocknet sind, mit frisch gewässerten Torfplatten ausgetauscht werden. In Ermangelung von Torfplatten können frisch geschnittene Fichten- oder Kiefernzweige den gleichen Zweck der Raumaufteilung und des Sonnenschutzes erfüllen. Die Tiere müssen in einer Mindestwärme von 20° C, besser 27° C gehalten werden und wenigstens zeitweise der Sonne ausgesetzt werden, da mit der Sonneneinstrahlung die Begattungslust gesteigert wird. Vor zu greller Besonnung finden die Ameisen unter den Torfplatten, gegebenenfalls in den Kiefernzweigen Schutz. Der dicht auf das Terrarium aufgepaßte Deckel ist zur Durchlüftung mit Löchern versehen, die mit feinster, nicht rostender Metallgaze abgedichtet (über Marmorzement) sind. Ein Loch bleibt zur Fütterung der Ameisen mit gesättigter Zucker- und Honiglösung frei. Das Futter kann in einem Bienenglas dargeboten werden. Nach der Begattung sterben die Männchen, die begatteten Weibchen brechen die Flügel ab. Die überwiegend auf der Unterseite der Torfplatten sitzenden entflügelten Weibchen werden in eine Blechwanne gestaucht und von hier in Königinnenversandtuben zu je 200 Stück mit einer weichen Federpinzette verlesen. Auch diese Glastuben enthalten eine Gipsschicht. Auf der Innenseite der Abschlußkorken hindert mehrmaliger Anstrich mit festem Lack ein Durchnagen der Tiere. Die Luft wird durch eine enge, durch den Korken hindurchführende Glasröhre erneuert. Die Fütterung mit etwas Honig erfolgt in einem breiteren, außen mit Korken verschließbarem Glas-

röhrchen. In geeigneten Königinnenversandkästen können jeweils 50 solcher Tuben bruchsicher verschickt werden (vgl. GÖSSWALD 1942 d).

Während früher die Königinnen für die Kolonievermehrung mangelten, läßt sich nunmehr jeder beliebige Bedarf an Ameisenweibchen aus der Königinnenzucht decken. Die Kosten der Königinnenzucht sind wegen der einfachen, weitgehend automatischen Durchführung gering. Die Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise sollte in jedem größeren Dauerschadgebiet und außerdem besonders in klimatisch durch Wärme bevorzugten Wäldern unbedingt eifrig getrieben werden im Hinblick auf den ungeheuer großen Bedarf an Ameisenkolonien für eine erfolgreiche Durchführung der waldhygienischen Aufgaben. Auf diesem Wege läßt sich das Ziel der Beseitigung von Insektengefahren in den bisher infolge Ameisenmangels noch immer von Waldverderbern heimgesuchten Wäldern wesentlich beschleunigen.

Das Zusetzen der jungen ♀♀ zu den Ablegern erfolgt nach allmählicher Geruchsangleichung. Jeder Ableger erhält 200 ♀♀. Neben den Ablegern wird bis zu ebener Erde ein altes Einmachglas mit Gipsboden

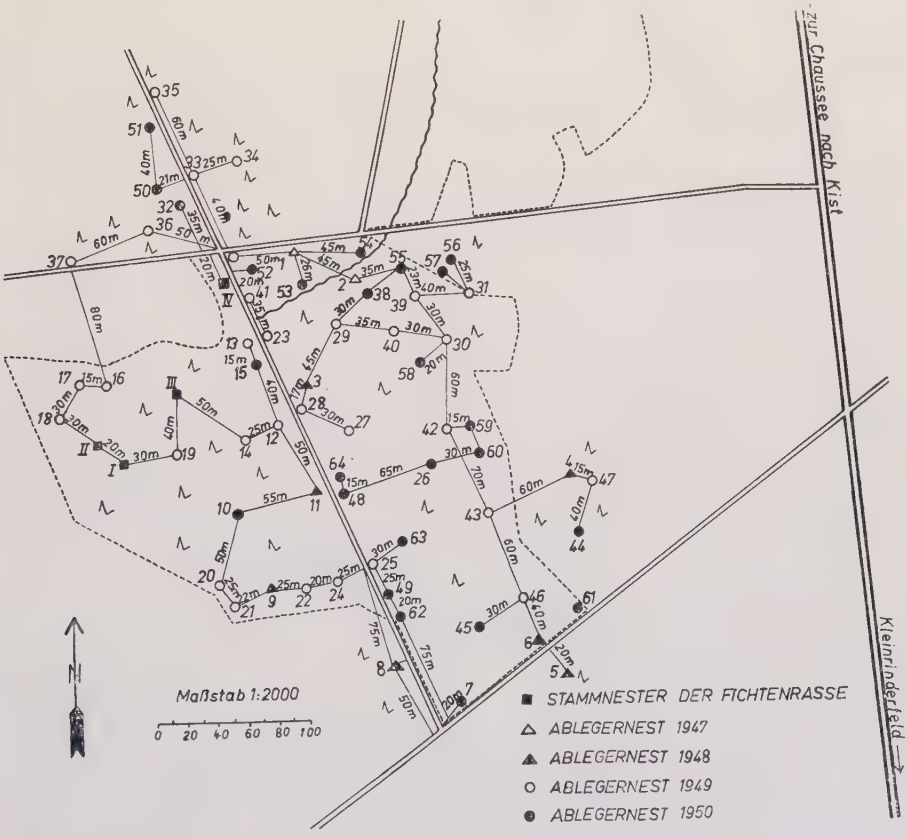


Abb. 13. Lageplan der Nester in der Königinnenzuchtstation Würzburg/Waldbrunn. Der kleine Fichtenbestand, in dem die Waldameisennester angelegt worden sind, ist rings von Buchenwald umgeben

versenkt, die Glaswand ist innen, um ein Hochsteigen der Ameisen zu verhindern, mit Paraffinöl bestrichen. In das Glas werden die 200 jungen ♀♀ zusammen mit ca. 200 ☿☿ des Ablegers gesetzt. Nachdem sich beide Teile zusammengewöhnt haben, was bei gleichem Stärkeverhältnis wenig Schwierigkeiten bereitet, füllt man unter gleichzeitiger Fütterung mit etwas Bienenhonig ca. 300 weitere ☿☿ des Ablegers dazu, verfährt sinngemäß, bis ca. einige Tausende ☿☿ sich um die ♀♀ angereichert haben und dabei keine Kämpfe mehr stattfinden. Dann kann man ohne Gefahr für die Königinnen diese ganze Gesellschaft in ein in die Nestoberfläche gegrabenes Loch stülpen und das Nest wieder zudecken. Im zeitigen Frühjahr, später bei kühler Witterung bzw. in den kühlen Morgen- und Abendstunden sind die Ameisen am verträglichsten und daher am besten geeignet für solche Adoptionen.

Das Wachstum der Ableger, denen die 200 jungen Königinnen zugesetzt werden, geht noch sehr viel schneller vor sich als bei den Ablegern mit nur wenigen alten Königinnen, ferner können auch etwa durch Plünderung schwach gewordene Nester durch Zusetzen junger Königinnen und gleichzeitigem Nestschutz wieder zu erheblichem Wachstum gefördert werden.

D. Schluß: Zusammenfassung

1. Die Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise gibt der künstlichen Vermehrung dieses nützlichen Raubinsekts starken Auftrieb.

2. Zur Einrichtung einer Königinnenzuchtstation sind zunächst geeignete Stammkolonien ausfindig zu machen. Die Herkunft der Ableger und die Entwicklung wird nach einem einheitlichen Verfahren laufend kontrolliert.

3. Besonderer Wert ist auch auf die Standortwahl zu legen. Es ist zweckmäßig mikroklimatische Unterschiede auszunutzen in dem Sinne, daß ein Teil der Königinnenzucht einer Station an einem besonders wärmebegünstigten, ein anderer Teil zur Verlängerung der Schwarm-, Zucht- und somit Kolonievermehrungszeit an einem kühlen Platz angelegt wird.

4. Die Entwicklung der Ableger ist durch Plünderungen seitens des Menschen und durch grobe Störungen beim Holzfällen und -schleifen sehr gefährdet.

5. Die Entwicklung der seit 1947 ausgesetzten Ableger Nr. 1—64 wird dargelegt durch Angabe von Nesthöhe, Nestdurchmesser von Boden und geschätzter Zahl der ☿☿; von Jahr zu Jahr ergibt sich eine erhebliche Steigerung, so daß der Individuenbestand von 1 Million ausgesetzter Ameisen auf 8 Millionen angewachsen ist. Dabei war die Hauptmasse der Nester ab 1949 ausgesetzt worden.

6. Der Abgang durch Nestplünderung und Zerstörung bis zur Sicherung, die mittels des Nestschutzes erst Ende 1949 möglich war, ist recht erheblich. Unter dem Schutz dieser Sicherung wurde die Entwicklung noch sehr beschleunigt, so daß bereits in 5—6 Monaten ein Wachtum der Nester auf 512 % des Ausgangsbestandes zu verzeichnen war; dabei ist das Hauptwachstum der Ableger nach dem Seßhaftwerden erst im nächstfolgenden Jahr zu erwarten.

7. Auch die Entwicklung der bereits im Königinnenzuchtwald vorhandenen Stammkolonie wurde verfolgt; diese 1944 aus sieben großen Nestern bestehende Kolonie war bis 1947 stark durch Puppenräuber geschwächt worden, drei Nester waren ausgerottet, nach dem Nestschutz trat eine rasche Erholung der übriggebliebenen vier Nester ein bis zu einem Gesamtbestand von 1 800 000 ♀♀, so daß der Gesamtbestand nunmehr 68 Nester mit ca. 10 000 000 Ameisen enthält.

8. Die Methoden zum Schutz durch pyramidenartiges Eingittern mit engmaschigem Drahtgeflecht, das die Nester zugleich gegen natürliche Feinde einschließlich Specht sichert, werden dargelegt, desgleichen eine Methode zum natürlichen Schutz durch Überdecken mit dürrem Reisig, wo Eingriffe seitens des Menschen nicht zu befürchten sind.

9. Die Methode der Königinnenmassenzucht wird kurz zusammengefaßt.

Literatur

Gösswald, K., 1932: Oekologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitsch. wiss. Zool., *142*, 1—156.

— — 1937: Ameisen als unsere Helfer gegen Waldverderber. Deutsche Forstbeamtenzeitung, *3*, 478—479.

— — 1938a: Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. 1. Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Zeitsch. wiss. Zool. *151*, 337—381.

— — 1938b: Über den Vorgang und die Folgen des Puppensammelns bei der Roten Waldameise *Formica rufa* L. und Vorschläge zum Schutz dieses nützlichen Raubinsekts. Zeitsch. angew. Ent. *25*, 397—418.

— — 1939a: Über Nutzen, Ausrottung, Schutz, Verbreitung und künstliche Vermehrung der Roten Waldameise *Formica rufa* L. Jahresberichte der Berliner und Brandenburgischen Provinzstellen für Naturschutz, 14—30.

— — 1939b: Zur natürlichen Gesundung und Gesunderhaltung des Waldes. Deutsche Forstzeitung, *8*, 596—598.

— — 1939c: Wie die Puppen der Roten Waldameise gesammelt werden. Naturschutz, *20*, 61—64.

— — 1940a: Beobachtungen über den Schutz eines Kiefernbestandes vor der Kiefernbuschhornblattwespe *Diprion (Lophyrus) pini* L. durch die Rote Waldameise. Zeitsch. f. Forst- und Jagdwesen, *72*, 370—378.

— — 1940b: Künstliche Besiedlung eines Kiefernwaldes mit der Kleinen Roten Waldameise. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss., 97—110.

— — 1940c: Die Weiterentwicklung künstlicher Nester der Kleinen Roten Waldameise. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss., 292—294.

— — 1940d: Der Schutz der Roten Waldameise. Naturschutz, *21*, 25—28.

— — 1941a: Ist nun die Rote Waldameise nützlich oder schädlich? Anz. f. Schädlingsk., *17*, 1—7.

— — 1941b: Rassenstudien an der Roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, ökologischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Zeitsch. angew. Ent. *28*, 62—124.

— — 1941c: Unterschiede im Jagdinstinkt bei den Waldameisenrassen. Forstwiss. Centralbl. *63*, 139—143.

— — 1941d: Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zu Biotop, Wohn- und Lebensweise. Zeitsch. wiss. Zool., *154*, 247—344.

— — 1942a: Die Rote Waldameise und ihre Umwelt. Der Biologe, *11*, 180—191.

— — 1942b: Ameisenhorste im Massenvermehrungsgebiet von *Diprion pini* L. (Kiefernbuschhornblattwespe). Centralbl. f. d. ges. Forstwes., *69*, 4—18.

— — 1942c: Art- und Rassenunterschiede bei der Roten Waldameise. Naturschutz, 23, 109—115.

— — 1942d: Die Massenzucht von Königinnen der Kleinen Roten Waldameise im Wald. Zeitschr. angew. Ent., *29*, 659—683.
— — 1943a: Zur Beilegung von Meinungsverschiedenheiten über den Nutzen der Roten Waldameise. Der Biologe, *12*, 157—162.
— — 1943c: Das Straßensystem der Waldameisenarten. Zeitschr. Morph. u. Ökol. d. Tiere, *40*, 37—59.
— — 1944a: Holzgewinn durch Waldhygiene mittels Vermehrung der Roten Waldameise. Der Deutsche Forstwirt, *26*, 81—84 und 97—99.
— — 1944b: Rassenstudien an der Roten Waldameise im Lichte der Ganzheitsforschung. Anz. f. Schädlingsk., *20*, 1—8.
— — 1944c: Einwirkung des Puppensammelns bei den verschiedenen Waldameisenarten. Zeitsch. f. ang. Ent., *30*, 317—335.
— — 1947: Hilfe gegen Waldverderber. Land, Wald und Garten, *2*, 13—15, 49—50, 82, 112—114, 143—146, 175 u. 178, 209—210, 241—242.
— — 1951a: Über den Lebenslauf von Kolonien der Roten Waldameise. Zool. Jahrb. (Syst.), *80*, 27—63.
— — 1951b: Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. Forstwirtschaftliche Bedeutung, Nutzung, Lebensweise, Zucht, Vermehrung und Schutz. — Metta Kinau Verlag Wolf u. Täuber, Lüneburg. 160 S., 50 Abb., VI Farbtafeln.
HÖLLDOBLER, K. 1942: Über den Nutzen der Roten Waldameise. Z. angew. Ent., *29*, 518—526.

Über eine Milbenschädigung der Roßameise (*Camponotus herculeanus*), die durch eine Fehlreaktion des Wirtes wirksam wird

Von

KARL HÖLLDOBLER, Ochsenfurt

Bei meinen Studien über die Ameisenfauna des nordostkarelischen Urwaldes untersuchte ich am 8. Juli 1943 eine seit mehreren Wochen gefällte Kiefer, die am Schnitt einen Durchmesser von 50 cm hatte. Sie enthielt ein Nest von *Camponotus herculeanus*. Ich schlug das Nest an, so gut es mir mit meinem schwachen Werkzeug möglich war, und fing mir für ein Beobachtungsnest möglichst viel Tiere heraus. Es waren Arbeiterinnen verschiedener Größen, ferner Kokons, große Larven und Pakete kleiner Larven, die ich bei *Camponotus herculeanus* als Ruhelarven bezeichne. Ich werde auf sie noch zu sprechen kommen. An den Kokons und an einigen Larven saßen viele Milben. Die Kokons sahen aus, als ob sie mit kleinen, braunen Scheibchen beklebt wären. Die Milben wurden von den Ameisen nicht beachtet und sicherlich gar nicht wahrgenommen.

Ich siedelte die Kolonie in einem Holznest an, wie ich es in Karelien für Roßameisen besonders geeignet fand, und heute noch in Betrieb habe. In ein altes glattgehobeltes Kiefernbrett (25 cm : 12 cm) werden acht Kammern gesägt und durch Gänge verbunden. Zu einer Kammer wurde ein Zuführungsglasrohr eingegipst. Boden und Decke bildeten Glasplatten, die durch zwei Metallklammern angepreßt wurden. Zu einigen Kammern führten von außen feine Bohrlöcher, durch die ich mit einer Rekordspritze Wasser geben konnte.

Ich erwähnte schon, daß die Milben von den Ameisen nicht bemerkt wurden. Sie liefen im Nest herum, kletterten auf die größeren Larven und saßen mit Vorliebe auf den Kokons. Die Kokons wurden in kurzer Zeit zerstört. Sie sahen aus, als ob „die Motten daran gefressen hätten". Offenbar fraßen die Milben das Gespinst. Sobald ein Kokon so zerlöchert war, daß die Ameisen die darin liegende Praepuppe (um solche handelte es sich in meinem Nest noch) wahrnahmen, zogen sie diese heraus und fraßen sie auf. Da die Milben anfangs in meinem Formicar recht zahlreich waren, war der Schaden groß. Die Roßameisen konnten einmal die aus den Kokons gezogenen Praepuppen gar nicht auffressen. Sie blieben einige Tage ohne Kokons liegen, wurden aber dann doch gefressen (21. 7. 43). Der Vorgang ist von parasitologischen Gesichtspunkten aus betrachtet recht merkwürdig und verdient es, näher besprochen zu werden.

Wenn die Kokonmilbe nämlich bei einer *Serviformica* leben würde (in Nordkarelien wäre das *Formica picea),* dann wäre der Kokonfraß für die Weiterentwicklung der Brut und damit für den Organismus Ameisenstaat belanglos. Die Eigenart der *Camponotus herculeanus* keine nackten Puppen zu dulden, läßt die Milbe zum Schädling werden. Eine unzweckmäßige Reaktion des Wirtes auf eine Lebensäußerung des Parasiten ist es in diesem Falle, die die Schädigung bewirkt. Es ist notwendig, dazu einige Bemerkungen über biologische Besonderheiten der Roßameisen zu machen.

Bei den *Camponotinen,* zu denen neben den *Camponotus*-Arten z. B. auch *Serviformica* und *Lasius* usw. gehören, verpuppen sich die Larven in Kokons, die sie um sich spinnen. Es gibt unter den *Camponotinen* Arten, die ihre jungen Puppen manchmal wieder aus den Kokons herausziehen und die dann nur nackte Puppen im Nest haben. In der Umgebung von Ochsenfurt beobachtete ich das besonders häufig bei *Formica gagates.* Es kommt aber auch vor, daß verpuppungsreife Larven nicht zum Einspinnen kommen und sich dann nackt verpuppen. Besonders bei *Serviformica*-Arten beobachtete ich dies. Die Larven dieser Arten sind darauf angewiesen, daß sie zum Einspinnen eingebettet werden. Die Ameisen umgeben die spinnreifen Larven mit Erdkrümelchen oder anderem Material und mit Hilfe dieser Stützen spinnen sich die Larven ein. Nachher werden die Kokons wieder gereinigt. Die Zeit der Spinnfähigkeit der Larven ist nur kurz. Sie zeigen sie durch suchende, kreisende Kopfbewegungen an. Finden sie keine Stütze zum Anlegen des Spinnfadens, dann spinnen sie sich nicht ein. Sie werden ruhig, stoßen den Kotsack aus und nach kurzer Praepuppenzeit werden sie zu nackten Puppen. (Siehe Hölldobler, Neue Beobachtungen über die Koloniegründung der Ameisen und Stellungnahme zum Eidmannschen Schema. (Z. f. ang. Entom. Bd. 32, H. 2, 1950.) Bei anderen Camponotinen ist das Einbetten zum Einspinnen nicht notwendig. So berichtet Gösswald (Grundsätzliches über parasitische Ameisen 1938. Z. w. Z. 151, 1938), daß sich *Lasius niger*-Larven frei einspinnen können. Bei *Camponotus herculeanus* liegen die Dinge so:

Die aus den Eiern eines Roßameisenweibchens schlüpfenden Larven werden zunächst kurz „angepflegt". Sie sind dann kleine, recht dicht behaarte Lärvchen, die durch ihre Hakenhaare leicht zu Paketen zu vereinigen sind. Diesem Larvenstadium kommt bei den Roßameisen eine beson-

dere Bedeutung zu. Die Larven können in diesem Stadium sehr lange ruhen. Je nach der Ernährungslage des Volkes wird eine größere oder kleinere Zahl von Larven besonders hergenommen und in wenigen Tagen zur Spinnreife gebracht. Die übrigen „Ruhelarven" werden nach meinen Beobachtungen nicht gefüttert. Sie werden als Pakete bald da, bald dorthin gehängt. Sie dienen auch dazu, größere Larven und Puppen zu Paketen zu vereinigen (dank der Hakenhaare) und solche Pakete an den Wänden der Kammern zum Haften zu bringen. Eingebettet wurden meine spinnreifen Roßameisenlarven nie. Sie spannen sich immer zwischen den anhaftenden Ruhelarven ein, sind aber sicher auch in der Lage, sich ganz frei einzuspinnen. (Lange Borsten!) Nie sah ich bei Roßameisen nackte Puppen oder Praepuppen. Wenn die Larven einige Zeit eingesponnen sind, stoßen sie den Kotsack aus, der recht groß ist. Das Hinterende der Kokons zeigt dann einen großen, dunklen, nassen Fleck. Der wird von den Ameisen durchgekaut und ausgesaugt bis er ganz trocken ist. Dadurch sind die Roßameisenkokons am Ende so zerknautscht.

Für meine Annahme, daß die Roßameisen aus Instinktanlage die ihnen durch Kokonmilbenfraß nackt erscheinenden Praepuppen fressen, sei noch eine Beobachtung angeführt.

Gösswald berichtet 1932 (Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes Z. w. Z. 142, H. 1/2, 1932) über einen eigenartigen Fund.

Am 20. 8. 28 fand er unter einem Stein ein *Camponotus ligniperda*-Weibchen mit Eiern und sieben Puppenkokons, aus denen sich im Formicar *Formica fusca*-Arbeiterinnen entwickelten, die die Roßameisenkönigin und ihre Eier pflegten.

Diese bis heute noch nicht geklärte Beobachtung reizte natürlich zum Experiment. Ich hatte 1936 in Erling-Andechs (Obbay.) Gelegenheit eine Reihe von Versuchen mit jungen *Camponotus ligniperda*-Weibchen zu machen, die ich als nestgründende Weibchen in Kesseln fand. Es gelang mir zwar nicht den Fund Gösswalds zu erklären, doch glückte es in einigen Fällen die Adoption von *fusca*-Larven zu erreichen. Diese wurden schnell zur Spinnreife gebracht, aber nicht eingebettet. Nachdem die Larven vergeblich Anhaltspunkte zum Spinnen gesucht hatten, stießen sie den Kotsack aus, um sich nackt zu verpuppen. Sie kamen aber nicht dazu. Die Weibchen fraßen sie auf.

Diese biologischen Angaben scheinen mir zur Betrachtung der parasitologischen Seite notwendig, zumal auch in der Spezialliteratur vieles davon nicht erörtert ist.

Wir haben es mit folgenden Tatsachen zu tun:

1. Die Kokonmilbe wird von den Roßameisen nicht wahrgenommen.
2. Die Kokonmilbe zerstört die Kokons der Roßameisenbrut.
3. Die Roßameisen zerren die Praepuppen aus den löcherigen Kokons und fressen sie, da ihnen nackte Praepuppen und Puppen fremd sind.
4. Die Kokonmilbe wurde im beobachteten Fall ein ausgesprochener Schädling des Roßameisenvolkes*).

*) Da die Roßameisen forstschädlich sind, müssen wir die Kokonmilben vom Standpunkt der angewandten Entomologie aus als Nützling bezeichnen.

5. Die Schädigung wird nicht unmittelbar durch die Milbe verursacht, sondern durch die reaktive Fehlleistung des Wirtes auf eine Lebensäußerung des Parasiten.

Ich habe die Milbe nur in diesem einen Nest gefunden und weiß nicht, ob sie eine größere Verbreitung in Nordkarelien hat. Ich konnte die Roßameisenkolonie mit den Kokonmilben 1944 nach mancherlei Schwierigkeiten nach Ochsenfurt bringen und hielt sie bis zum Herbst 1945. Dann ging mir die Kolonie in den Wirren des Zusammenbruches zu Grunde. Von den am 8. 7. 43 gefangenen Milben sandte ich ein Männchen und ein Weibchen an den Königsberger Acarologen Dr. Max Sellnik. Er schrieb mir am 21. 6. 44:

„Die Art gehört zur Gattung *Oodinychusa* Berlese. Wegen der spatelförmigen Haare könnte die Art zu *O. spatulifera* Meriez 1892 gehören. Ihre Art ist aber viel größer als Meriezs Art. Ich habe wegen der Art nach Paris geschrieben. Falls ich da eine Auskunft erhalte, kann ich Ihnen die Art mit Sicherheit nennen. Ich nehme aber nach allen Literaturangaben eigentlich an, daß die Art noch unbekannt ist."

Ich habe seither nichts mehr gehört. Ich glaube aber, daß das Problem des Parasitismus der Kokonmilbe als solches auch ohne genaue Bestimmung des Parasiten der Beachtung wert ist.

Das parasitische Verhältnis der Kokonmilbe zur Roßameise halte ich für sehr jung. Es scheint mir ein Anfangsstadium zu charakterisieren für eine der vielen Formen des Parasitismus bei einem Organismus höherer Ordnung (hier einem Ameisenstaat). Der Wirt bemerkt den Parasiten nicht. Es gibt im Detritus der Ameisenstaaten viel Milben als Unratnutznießer, die von den Ameisen nicht bemerkt werden. Zum Detritus der Ameisennester von *Camponotus herculeanus* gehören auch die Kokons der geschlüpften jungen Ameisen. Aus solchen Detritusmilben kann sich unsere Kokonmilbe entwickelt haben. Unsere Milbe begnügt sich nicht mit den abgetragenen Puppenhüllen, sondern greift die frischen Kokons an. Die Wirtsameise reagiert auf diese an sich nicht direkt schädigende Tätigkeit des Parasiten mit Brutfraß, da der vom Parasiten geschaffene Zustand (nackte Puppen oder Praepuppen) ihren Brutpflegeinstinkten fremd ist. Das Überhandnehmen der Kokonmilben könnte zu einer Existenzfrage für die Roßameisen des karelischen Waldozeans werden. Ob der Weg dann über aktive Konstruktionen des Wirtes im Sinne Bökers zum biologischen Gleichgewicht zwischen Wirt und Parasit führt, ob der Wirt dieses Gleichgewicht über Instinktmutationen finden kann, oder ob Wirt und Parasit weiter aneinander vorbeileben und dann je nach den oekologischen Faktoren der Wirt und ihm folgend der Parasit zur Räumung eines Lebensraumes gezwungen werden, das sind sicher Fragen, die zu vergleichenden Beobachtungen anregen. Vielleicht gibt es gerade bei sozialen Insekten Fälle, die ein biologisch schon weiter entwickeltes Stadium zeigen. Reaktive Fehlleistungen des Wirtes sind schon viele bekannt in der Parasitologie. Das Beispiel der Kokonmilbe zeigt nach meiner Ansicht einen der Wege auf, wie sie entstehen können.

From the Cipla Laboratories, Bombay 8, India

The role of symbiosis in the genus *Coriococcus, Coccidae*

Von

S. Mahdihassan, Bombay

With 5 figures

The wide occurance of symbiosis among insects, which we have now realise as a fact, has resulted as the achievement of a number of pioneer biologists. One of the foremost masters in the field has been Escherich (1) who, as an entomologist, established the intimate association between an yeast and a beetle. As a microbiologist, Lindner (2) discovered yeast-like germs in the fatty tissue of a coccid. Subsequently, Sulc (3) interpreted Huxley's "pseudo-vitellus" as a mass of symbiotic germs found in insect eggs, which greatly extended our knowledge in the field. Finally Buchner (4) and his school concentrated their main attention on symbiosis and produced by far the greater part of the literature on the subject.

However, when we inquire into the exact nature of the role these microorganismus play in the body of their host insects the answer is vague and often entirely wanting. With regard to symbiosis among lac insects I had suggested that the germs play a respiratory role and that the lac-dye itself is indirectly produced by their symbiotic yeasts. Although this hypothesis has been kindly mentioned by Pribram (5) it has been found difficult to elaborate it; but it has nevertheless helped to indicate the role of symbiotic germs in other insects.

History is full of instances where morphologists and physiologists do not see eye to eye with each other. However, broadly speaking, both have made their contributions to taxonomy. Thus there are terms like Quadrupeds and Mammals. It is however clear that while it hardly takes a minute to see that an animal is a Quadruped, a favourable opportunity must be found to verify if a species belongs to the class Mammalia. In classifying lac insects I (6) had taken the standpoint of a physiologist and divided them into genuine-lac insects and pseudo-lac insects. Fortunately Chamberlin (7) was able to confirm this difference from a purely morphological standpoint. Following the same preference to physiology I find the genus *Cerococcus* comprises of insects which produce wax proper and others which secrete a leathery substance chemically quite different to wax. Insects which produce this leathery substance must be placed in a different tribe and at least in a new genus. The two insects which Green named *Cerococcus ornatus* and *Cerococcus hibisci* must now be called *Coriococcus ornatus* and *Coriococcus hibisci* repectively.

There are several aspects of looking at symbiosis; of these one may be called the "inner ecology". This at once supports the observation that for

Fig. 1. (below left) **Coriococcus ornatus,** a living insect with its red leathery scale. Note the colour gradation.

Fig. 2. (below right) **Coriococcus ornatus,** a living insect without its "scale". The skin and the body fluid are blue.

Fig. 3. (above right) **Coriococcus hibisci,** a colony of dead insects, with red and yellow forms. On Hibiscus rosa sinensis. Natural size.

Fig. 4. (above middle) **Coriococcus hibisci,** a colony of living insects, with yellow and red forms. On Hibiscus rosa sinensis. Natural size.

Fig. 5. (above left) **Coriococcus hibisci,** a red form showing the colour varaiation of its leathery scale from "burnt sienna" to "yellow ochre". S. T. = Spiracular Tubules of one side. A = Anal opening. Magnification 1 : 13.

each insect exhibiting symbiosis there is a specific germ. Sometimes this specificity is applicable even to a class, as for example when the genuine-lac insects have yeast-like germs while the pseudo-lac insects have bacteria as their symbiotes; the yeasts and the bacteria are further specific to each host species. The same appears to be the case with wax insects and with non-wax producing insects each of a class. I have not been able to examine histologically any insect of the genus *Cerococcus* but have been able to do so those of *Ceroplastes, Vinsonia* and *Ericerus* all producing genuine wax and harbouring yeasts, as opposed to bacteria. *Coriococcus* do not produce wax and their symbiotic microorganisms are bacteria. Thus their „inner ecology" and their physiology compare very well with those of pseudo-lac insects.

Of the genus *Coriococcus* I have been able to study only two species, *C. ornatus* and *C. hibisci*. The germ of *C. ornatus* has been allustrated before (8) and to do it further justice a separate communication is necessary. Its germ has been cultivated. The symbiote of *C. hibisci* has also been isolated and proved to be a typical bacterium. What is interesting is that both these germs produce pigments which are identical with the colours of their respective host insects. In as much as I have no better instance of symbiosis being held responsible for insect colouration I propose illustrating the phenomenon.

C. ornatus is found best on the nodes of stems where the insect is easily mistaken for some plant exuberance. Such plant malformations are sometimes spiny and at the same time coloured, like portions of dried leavens to that *C. ornatus* is highly cryptic, both with regard to its structure and its colour, not to say with regard to its favourite position on its host plant. Fig. 1 here shows the adult insect freshly removed from the tree plant. Its main colour is chestnut with a tinge of purple in the deeper layers and crimson on the more elevated parts of the leathery "scale" or cover. When this envelope is removed the real skin of the insect is found to be blue and when the insect is pressed between the fingers the fluid that escapes is likewise blue. Fig. 2 shows *C. ornatus* freed from its leathery cover coloured blue, with a tinge of red on the more elevated portions, corresponding with the crimson in Fig. 1. Briefly, the real colour of the body is blue and that of the "scale" is red. What is the origin of these two pigments? While the inquiry would be no easy task for a biochemist to solve, from want of material, the microbiologist can offer a practical solution; he has only to inquire into the function of the symbiotic germ of *C. ornatus*.

When the symbiote of *C. ornatus* is cultivated a thin film is formed on the agar tube and its colour is also blue, almost identical with that shown in Fig. 2 or of the insect body. As time proceeds the pigment acquires a reddish colouration and finally becomes chestnut giving all the shades of red found in Fig. 1 or outside the insect body, on its leathery scale. It is probable that the real pigment is blue which on oxidation, becomes reddish and in this form it is secreted out of the body. In the lac insect also there is the laccaic acid which is red but within the body of the insect and outside there is another, erythrolaccin, a yellow dye, which alone is found outside in the secretion of lac resin. The two pigments, blue and red, shown in Figs 1 and 2, respectively, can be found in the cultures of the symbiotic

germ and leave no doubt as to the function of the germ within the insect body.

The lac insect, *Lakshadia fici* Green has two forms, a yellow and a red insect. Both may appear in the same colony and probably represent interconvertable forms. A similar condition is found in *Coriococcus hibisci* Green on which a previous report has been published by me (9). Fig. 3 shows a dried colony of these two forms of *C. hibisci*. Fig. 4 supplements the last illustration by showing the living insects of a mixed colony. In the living insects the red forms are coloured rose but as the insect dries the colour changes into that of "burnt sienna" a pigment well known to artists. The colour of the yellow form is like "lemon yellow". When we compare their males the colour dimorphism becomes even more evident. The male of the red form is carmine coloured while that of the yellow form is greenish brown. *Lakshadia fici* has yellow and red forms, yet their symbiotic yeasts appear to be identical. This was found after a study of isolating the germs from each of the two forms. Apparently the bacteria in the yellow and red forms of *C. hibisci* are also the same, which would then easily account for the insects changing one form into the other. How this occurs has not been studied either in *C. hibisci* or in *Lakshadia fici*.

The symbiotic bacterium of the red form of *C. hibisci* has been cultivated. It produces a yellow pigment comparable with "yellow ochre". As the colony becomes old the bacterial pigment darkens and the colour then resembles "burnt sienna". Fig. 5 shows the leathery scale of *C. hibisci* red form. It would be seen that there are several grades of colouration from "yellow ochre" to "burnt sienna". Such a variation can be seen in the colony of its symbiote. The yellow variety of *C. hibisci* was not so common and when I did come across it unfortunately I was not in a position to cultivate its germs. I, however, assume, for the present, that the bacterium would be the same as in its red form.

References

1. K. Escherich: Über das regelmäßige Vorkommen von Sproßpilzen in dem Darmepithel eines Käfers. Biol. Zentralbl. 1900; 20 : 350—8.
2. P. Lindner: Saccharomyces apiculatus parasiticus. Zentralbl. f. Bakt. II; Bd. 1 : 782. 1895.
3. K. Sulc: Pseudovitellus und ähnliche Gewebe der Homopteren sind Wohnstätten symbiontischer Saccharomyceten. Sitzb. d. böhm. Ges. d. Wiss. Prag 1910.
4. P. Buchner: Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose. 1930.
5. E. Pribram: Über „schwarze Hefen". Ergebnisse der Physiologie. Bd. 24, S. 96. 1925.
6. S. Mahdihassan: Classification of lac insects from a physiological standpoint. J. Sc. Assoc. Maharaja's Col. Vizianagram. Vol. 1. 1923.
7. J. C. Chamberlin: A systematic Monograph of the Tachardinae or lac insects. Btn. Ent. Res. Vol. 14, Part. 2. 1923.
8. S. Mahdihassan: Sur les differents symbiotes des Cochenilles productrices ou non productrices de Cire. C. R. Acad. Sci. Paris. 1933. Vol. 196 : 560—2.
9. S. Mahdihassan: Colour dimorphism in *Coriococcus hibisci*. Current Sci. 1946; 15 : 197—8.

*) I beg to thank our Managing Director Dr. K. Hamied for Kindly granting funds to cover part of the cost of the plate and to Prof. Zwölfer, Munich, for the rest

Aus dem Institut für angewandte Zoologie München und dem Zoologischen Institut der Universität Erlangen

Zur Lebensweise der Nadelholz-Diaspidinen *(Homoptera, Coccoïdea, Diaspididae, Diaspidinae)* und ihrer Parasiten in den Nadelwäldern Frankens

Von

Heinrich Schmutterer, München

Mit 3 Abbildungen im Text und 7 im Anhang

Inhaltsverzeichnis

A. Allgemeine ökologische Vorbemerkungen S. 111. — a) Kurze Charakterisierung der bisher in Deutschland auf Nadelhölzern beobachteten Diaspidinen mit besonderer Berücksichtigung ihres ernährungsphysiologischen Verhaltens S. 111. — b) Allgemeine Ökologie der in Franken vorkommenden Nadelholz-Diaspidinen und der sie parasitierenden Chalcididen S. 113. — B. Bionomie, Entwicklungszyklus und Ökologie der Nadelholz-Diaspidinen und ihrer Parasiten S. 115. — a) Übersicht über die Lebensweise und Metamorphose der Diaspidinen S. 115. — b) Die Lebensweise der Parasiten und ihrer Entwicklungsstadien S. 117. — c) Einzelbesprechung der Nadelholz-Schildlausarten und ihrer Parasiten S. 118. — C. Vergleichende Angaben über die Wirtswahl und den Zyklus der Parasiten im Verhältnis zur Lebensweise und zum Zyklus der Wirte S. 125. — Zusammenfassung S. 127. — Literaturverzeichnis S. 127. — Anhang: Bestimmungstabelle der deutschen Nadelholz-Diaspidinen S. 128.

A. Allgemeine ökologische Vorbemerkungen

a) Kurze Charakterisierung des ernährungsphysiologischen Verhaltens der bisher in Deutschland auf Nadelhölzern gefundenen Diaspidinen

Die meisten der in unseren Forsten kultivierten Nadelholzarten sind von einer oder mehreren Schildlausarten besiedelt. Außer einer Margarodine [*Monophlebus fuscipennis* (Burm.)] und einigen Lecaniinen [*Eulecanium sericeum* (Ldgr.), *E. graniforme* (Wünn), *E. arion* (Ldgr.), E. *corni crudum* (Green), *Physokermes piceae* (Schrk.), *Phenacoccus piceae* (Löw), *Heliococcus hystrix* (Bärenspr.)] leben in Mitteleuropa besonders Diaspidinen auf Nadelhölzern. Mit Ausnahme der Lärche *(Larix decidua)*, der Eibe *(Taxus baccata)*[1]) und der Arve *(Pinus cembra)*, die befallsfrei sind, werden alle ursprünglich in Deutschland heimischen Nadelholzarten von zumindest einer Diaspidinenart befallen. Auf der aus Nordamerika stammenden Weymouthskiefer *(Pinus strobus)* wurden in Deutschland bisher keine Diaspidinen beobachtet, während die gleichfalls aus Nordamerika eingeführte Douglasie *(Pseudotsuga taxifolia)*, die Schier-

[1]) Ghesquiere (1933) gibt *Diaspis visci* (Schrk.) in Belgien auf *Taxus* an. In Deutschland wurde die Art auf Eibe noch nicht nachgewiesen.

lingstanne *(Tsuga canadensis)*, die Lebensbaum-Zypresse *(Juniperus lawsoniana)* und die Bleistiftzeder *(Juniperus virginiana)* von einigen mitteleuropäischen Diaspidinenarten als Nährpflanzen angenommen werden. Auch einige bei uns bisher ausschließlich in Gärten, Parks und Friedhöfen angepflanzte, fremdländische Nadelhölzer werden von manchen einheimischen Diaspidinen besiedelt.

In Deutschland wurden bisher insgesamt sieben Diaspidinenarten auf Nadelhölzern nachgewiesen:

Unterfamilie: *Diaspidinae*[1]) („Echte Schildläuse", „Schildträger").

Tribus: *Diaspidini*

1. *Diaspis visci* (SCHRK.).
2. *Lepidosaphes newsteadi* (SULC).
3. *Lepidosaphes ulmi bisexualis* THIEM (in der Literatur meist als *Lepidosaphes ulmi* (L.) geführt).

Tribus: *Parlatorini*

4. *Leucaspis löwi* (COLV.) [= *L. sulci* (NEWST.) SULC], [= *Leucodiaspis löwi* (COLV.) LDGR.].
5. *Leucaspis candida* (TARG.) [= *L. pini* (HART.) SIGN.], [= *Leucodiaspis candida* (TARG.) LDGR.].
6. *Syngenaspis parlatoriae* SULC[2]) [= *Parlatoria parlatoriae* (SULC) LEON.].

Tribus: *Aspidiotini*

7. *Dynaspidiotus abietis* (SCHRK.) [= *Aspidiotus abietis* (SCHRK.) LÖW].

Mit Ausnahme von *Lepidosaphes ulmi bisexualis*, die bevorzugt verschiedene Laubhölzer und Zwergsträucher besiedelt, leben alle aufgeführten Diaspidinen vorwiegend oder ausschließlich auf Nadelhölzern. Absolute Monophagie ist bei keiner der bisher aus Mitteleuropa bekannten Nadelholz-Diaspidinen nachweisbar; die meisten Arten sind oligophag, die anderen gelegentlich oder absolut polyphag[3]). *Leucaspis löwi* und *L. candida* leben nur auf *Pinus*-Arten. *Syngenaspis parlatoriae* besiedelt in der Regel *Picea*-Arten, seltener auch Pflanzen aus anderen Koniferengattungen.

---

[1]) Systematik nach FERRIS (1937) und BALACHOWSKY (1948).

[2]) Bisher unveröffentlichter Neunachweis für die deutsche Fauna bei: SCHMUTTERER, H., Die Ökologie der Cocciden Frankens. Diss. Erlangen 1951, z. Z. im Druck.

[3]) Unter absoluter Monophagie wird hier die Spezialisierung auf eine Nährpflanzenart, unter Oligophagie die Spezialisierung auf eine Nährpflanzengattung (Oligophagie 1. Grades) oder Nährpflanzenfamilie (Oligophagie 2. Grades), unter gelegentlicher Polyphagie das vereinzelte Vorkommen von in der Regel im 1. oder 2. Grad oligophagen Schildlausarten auf Pflanzen verschiedener Familien und unter absoluter Polyphagie das regelmäßige Vorkommen auf Pflanzen verschiedener Familien verstanden. Auch in der Regel monophage Arten können sich ganz selten im gleichen geographischen Bereich im 1. oder 2. Grad oligophag verhalten (gelegentliche Oligophagie) oder in einem Bereich ihres Verbreitungsgebietes rein monophag, in einem anderen ausgesprochen oligophag oder polyphag sein (geographische Oligophagie bzw. Polyphagie). Letzteres kann durch das Fehlen bzw. Vorhandensein bestimmter Nährpflanzen bedingt sein oder durch das geographisch verschiedene Verhalten der Läuse in der Nahrungswahl (GOUX 1944). HERING (1950) bezeichnet solche Insektenarten (speziell Minierfliegen) als monophag, die auf einer Pflanzenart oder verschiedenen Arten einer Pflanzengattung leben. Auch die Einteilung und Nomenklatur der übrigen Gruppen ist bei diesem Autor von der hier verwendeten abweichend.

In Franken z. B. lebt diese Schildlaus nur auf *Picea excelsa*, auf dem Balkan und in Kleinasien auch auf *Picea orientalis* und *P. omorica*. Im botanischen Garten Münchens konnte Verfasser sie kürzlich auch auf *Tsuga canadensis* beobachten. Dieses unterschiedliche Verhalten der Art in den einzelnen Bezirken ihres Verbreitungsgebietes ist in erster Linie durch das Fehlen bzw. Vorhandensein der entsprechenden Wirtspflanzen bestimmt (geographische Oligophagie 2. Grades). Auf verschiedenen Koniferengattungen leben regelmäßig (Oligophagie 2. Grades) *Lepidosaphes newsteadi (Pinus, Pica, Abies)* und *Dynaspidiotus abietis (Pinus, Abies, Picea, Tsuga* u. a.). *Diaspis visci* kommt in der Hauptsache auf angepflanzten Nadelhölzern *(Juniperus, Thuja, Biota, Chamaecyparis, Cupressus* u. a.), gelegentlich aber auch auf *Viscum (Loranthaceae)* vor (gelegentliche Polyphagie). *Lepidosaphes ulmi bisexualis* lebt nur stellenweise auf *Abies*, viel häufiger dagegen auf Laubhölzern *(Betula, Fagus, Quercus)* und Zwergsträuchern *(Vaccinium, Calluna)* (absolute Polyphagie). Demnach ist diese Art keine typische Nadelholzschildlaus.

b) Allgemeine Ökologie der in Franken vorkommenden Nadelholz-Diaspidinen und der sie parasitierenden Chalcididen

Wie bezüglich der Nahrungswahl zeigt sich auch in den Ansprüchen anderen Umweltfaktoren gegenüber bei den meisten Nadel-Diaspidinen große Ähnlichkeit. In den trockenen, vorwiegend auf Keupersandböden wachsenden Nadelwäldern des fränkischen Beckens, aus denen die meisten hier zusammengestellten Beobachtungen stammen, gehören alle bisher in Deutschland nachgewiesenen Koniferen-Diaspidinen zur typischen Biozönose. Fast regelmäßig kann man hier Kolonien mehrerer Arten in Vergesellschaftung auf der gleichen Nährpflanze, z. B. *Lepidosaphes newsteadi, Leucaspis löwi* und *Dynaspidiotus abietis* auf *Pinus silvestris* antreffen. Nicht selten sind alle Arten im gleichen Bestand vorhanden, wenn er sich aus den entsprechenden Nährpflanzen zusammensetzt. In den fränkischen Nadelwäldern kommen als solche in erster Linie die gemeine Kiefer *(Pinus silvestris)*, in zweiter die Fichte *(Picea excelsa)* und in

Abb. 1: Gemischter Befall an *Pinus silvestris: Dynaspidiotus abietis* (schwarze Schilde) *Leucaspis löwi* (weiße gedrungene Schilde), *Leucaspis candida* (weiße, langgestreckte Schilde). 1:1

dritter die Tanne *(Abies alba)* und der Wachholder *(Juniperus communis)* in Frage. Die anspruchslose Kiefer dominiert überall auf den sandigen und trockenen Böden, während die Fichte nur in kleineren Beständen auf Hängen oder tiefer gelegenen Plätzen mit besserer Wasserversorgung stockt. Kümmerfichten, also kränkelnde, schlecht wüchsige und meist stark von Sekundärschädlingen befallene Pflanzen, sind an ungünstigen Standorten eine typische Erscheinung und werden häufig auch stark von verschiedenen Schildlausarten besiedelt. Die Tanne tritt gegenüber der Kiefer und Fichte stark zurück und stockt lediglich in kleinen Beständen auf den besseren Böden am Rande des östlichen Keuperbeckens in der Übergangszone des Keupers in den Jura, vereinzelt auch in kleineren, inselartigen Vorkommen im Innern des fränkischen Keuperbeckens. Der Wachholder ist verbreitet, tritt aber nirgendwo ausgesprochen häufig auf. Er ist für sandige Heiden, Waldlichtungen und warme Südhänge charakteristisch.

In klimatischer Hinsicht gehört das fränkische Keupergebiet zu den begünstigten Landschaften Süddeutschlands. Seine langjährigen Temperatur-Jahresmittel zeigen in den Beckenlagen 8—8,5 Grad Celsius. Die Niederschläge sind relativ gering und weisen ein langjähriges Mittel von 620 bis 650 Millimetern jährlich auf. Das fast regelmäßig sehr starke Auftreten von *Leucaspis löwi, Dynaspidiotus abietis, Lepidosaphes newsteadi* und *Diaspis visci* beweist, daß die klimatischen Verhältnisse, die Bodenbeschaffenheit, die Konstitution der Nährpflanzen und andere Umweltfaktoren für diese Arten im fränkischen Nadelwald sehr günstig liegen. Am häufigsten ist *Leucaspis löwi,* dann folgt *Dynaspidiotus abietis, Lepidosaphes newsteadi, Diaspis visci* und *Lepidosaphes ulmi bisexualis.* Anders ist es bei den beiden restlichen Arten. *Syngenaspis parlatoriae* bringt es infolge geringer Eizahl und stark zugunsten der ♂♂ verschobenem Sexualindex, sowie großer Mortalität ihrer frühen Entwicklungsstadien nur selten zu etwas stärkerer Vermehrung. *Leucaspis candida* hat wie *Syngenaspis parlatoriae* einen stark zugunsten der Männchen verschobenen Sexualindex und entwickelt örtlich häufiger stärkere Kolonien, die aber meist schon in einem Jahr durch parasitische Chalcididen fast restlos vernichtet werden.

Nicht nur die oben erwähnte *Leucaspis candida,* sondern auch alle anderen in Franken beobachteten Nadelholz-Diaspidinen werden mehr oder weniger stark von parasitischen Erzwespen befallen. Kaum eine Coccidenkolonie ist ohne Parasiten zu finden. Wie die Schildläuse zu ihren Nährpflanzen, so verhalten sich auch die Parasiten zu ihren Wirten vereinzelt monophag, häufiger oligophag, seltener gelegentlich oder absolut polyphag[1]). Die Larven der bei den Nadelholz-Diaspidinen schmarotzenden Chalcididen leben ektophag an oder endophag in ihren Wirten, selten auch oophag, also räuberisch. Die Ektophagie und Oophagie werden hier dadurch ermöglicht, daß die Wirte einen Schild besitzen, unter dem die Schmarotzerlarven günstige Bedingungen zu ihrer Entwicklung finden und vor Außeneinflüssen gut geschützt sind. Von Art zu Art bestehen bei den

[1]) Hier kann nur Monophagie bzw. Oligophagie in bezug auf die Nadelholzdiaspidinen als Wirte angegeben werden. Polyphagie kommt hier nicht in Frage, weil alle behandelten Wirte einer Schildlausfamilie, den *Diaspididae,* angehören. Es können also manche Chalcididen-Arten bei Nadelholz-Diaspidinen mono- oder oligophag sein; wenn man alle Diaspidinen oder Cocciden berücksichtigt, aber oligo- oder sogar polyphag. Soweit solche Fälle bei den einzelnen Parasitenarten bekannt sind, werden sie angeführt.

Schmarotzern in der Wirtswahl entweder grundsätzliche oder nur graduelle Unterschiede. Erstere äußern sich in der Spezialisierung auf bestimmte Wirte, letztere in einem unterschiedlichen Prozentsatz parasitierter Läuse in den Kolonien der von der gleichen Parasitenart befallenen, verschiedenen Wirtsarten. Bedeutung haben in diesem Zusammenhang auch das wechselnde zahlenmäßige Auftreten, also der Massenwechsel, die zeitlichen Verschiedenheiten im Entwicklungsablauf, die Zahl der Generationen, das Überwinterungsstadium und eine Reihe weiterer Faktoren bei den Wirten und Parasiten.

Die hier zusammengestellte ökologische Studie hat die Aufgabe, die Wechselbeziehungen zwischen den Nadelholzschildläusen und deren Parasiten im Hinblick auf die Lebensweise und den Entwicklungszyklus dieser beiden Insektengruppen darzustellen. Die Beobachtungen stammen zum größten Teil aus den Jahren 1948—1950, in denen Verfasser Gelegenheit hatte, im Zusammenhang mit einer biologisch-ökologischen Bearbeitung der Cocciden Frankens auch die Lebensweise der Nadelholz-Diaspidinen zu untersuchen. Es wurde dabei auch auf die Ermittlung der Parasiten, die Beobachtung ihrer Lebensweise und wenn möglich auch ihres Entwicklungszyklus Wert gelegt. Einige Beobachtungen und Parasitenzuchten stammen aus diesem Jahr (1951) von in München und Umgebung gesammeltem Material.

B. Bionomie, Entwicklungszyklus und Ökologie der Nadelholz-Diaspidinen und ihre Parasiten

a) Übersicht über die Lebensweise und Metamorphose der Diaspidinen

Die Grundzüge der Lebensweise und der Metamorphose sind bei den Diaspidinen als den spezialisiertesten Schildläusen annähernd gleich. Die Erstlarven schlüpfen aus den unter den mütterlichen Schilden befindlichen Gelegen, machen hier nach dem Schlüpfen eine kurze Ruhepause durch, verlassen dann den Schild und wandern auf der Wirtspflanze umher, um sich nach einigen Stunden an einem günstigen Platz festzusaugen. Mit der Nahrungsaufnahme beginnt die Bildung des Schildes, der aus Sekreten von verschiedenen Hautdrüsen und Ausscheidungen des Darmes aufgebaut wird. Mit dem Festsaugen der Erstlarve erlischt für die weiblichen Tiere für das ganze Leben die Fähigkeit zur Ortsveränderung. Bei der ersten Häutung werden bei den Larven beider Geschlechter die Extremitäten völlig und die Antennen bis auf kleine Reste abgeworfen. Bei der zweiten Häutung der weiblichen Larven, die bei diesen Tieren auch die letzte ist, tritt die Geschlechtsöffnung auf, und die Borsten und systematisch wichtigen Anhänge und Drüsen der Abdominalplatte *(„Pygidium")* werden vermehrt. Darüber hinaus treten keine wesentlichen äußerlichen Veränderungen dabei auf. Die männlichen Larven werfen dagegen bei der zweiten Häutung die Mundwerkzeuge ab. Sie verlieren damit den Kontakt mit der Nährpflanze und die Weiterentwicklung bis zur Imago erfolgt ohne Nahrungsaufnahme ausschließlich mit Hilfe der Reservestoffe, die die Erst- und Zweitlarve angehäuft haben. Das dritte männliche Entwicklungsstadium *(Pronymphe)* besitzt kleine, stummelförmige Ausstülpungen als Andeutung der künftigen imaginalen Antennen und Extremitäten. Bei der nächsten Häutung werden die Antennen- und Extremitätenstummel wesentlich vergrößert *(Nymphe)* und

nach einer weiteren Häutung liegt das männliche Vollinsekt vor. Das Männchen besitzt in der Regel ein primitiv geädertes Vorderflügelpaar und zu kleinen Stummeln, den Balangsierkölbchen umgewandelte Hinterflügel. Mundwerkzeuge sind nicht ausgebildet. Es erfolgt also auch keine Nahrungsaufnahme. Das Männchen verbleibt nach der letzten Häutung noch einige Zeit unter dem Schild *(„Reifungsaufenthalt")* und kriecht dann aus diesem rückwärts ins Freie. Die Lebensdauer beträgt nur ein bis zwei Tage. Während dieser Zeit werden die unter den Schilden sitzenden Weibchen begattet. Der Flug der Diaspidinen-Männchen ist tanzend und erinnert an den kleiner Mücken; viele Arten machen von ihren Flügeln keinen Gebrauch. Während die kleinen Männchen durchaus den Habitus von Insekten besitzen, haben die wesentlich größeren Weibchen einen sack-, birnförmigen oder ovalen Körper ohne Extremitäten mit nur kleinen, stummelförmigen Antennen. Bei den beiden Häutungen der weiblichen Tiere und der ersten Häutung der männlichen Larven zerreißen die alten Häute seitlich oder an der Unterseite. Der kräftig ausgebildete Dorsalteil der Exuvie wird in den Schild eingefügt und verstärkt dessen Haltbarkeit; er wird hier als „Fleck" oder „Nabel" bezeichnet. Bei komma- oder miesmuschelförmigen Schilden liegen die Exuvien am Vorderende, bei ovalen oder rundlichen konzentrisch oder mehr oder weniger exzentrisch. Längliche Schilde entstehen bei den Arten, deren Entwicklungsstadien ihre Sekrete und Exkrete bevorzugt in einer Richtung abgeben, rundliche bei denjenigen, die an allen Seiten des Schildes Sekret- und Exkretstoffe ziemlich gleichmäßig anlagern. Die zweite Häutung der *Leucaspis*-Arten verläuft nur in der ersten Phase wie bei den anderen Nadelholz-Diaspidinen: Das Weibchen löst sich nach Haut- und Stechborstenneubildung innerhalb der bei dieser Gattung allseitig sehr kräftig ausgebildeten Exuvie von derselben, sprengt sie dann aber nicht wie die anderen Diaspidinen, sondern bleibt zeitlebens darin eingeschlossen *(„Kryptogynie")*. Den Durchschnitt der Stechborsten ermöglicht eine Spalte am Vorderende auf der Unterseite der Exuvie, das Auskriechen der Junglarven ein am Hinterende gelegener, schmaler Spalt. Während die weiblichen Häutungen und die männliche Ersthäutung passive Vorgänge sind, erfolgt die zweite männliche Häutung und die weiteren Häutungen unter aktiver Beteiligung des Tieres. Die Exuvien platzen in der Regel in der Kopfgegend und werden dann unter Kontraktions- und Drehbewegungen des Körpers abgestreift und aus dem Schild ausgestoßen. Die Weibchen beginnen einige Zeit nach der Begattung mit der Eiablage unter dem Schild und sterben nach deren Beendigung, ganz im vorderen Schildteil zusammengeschrumpft, ab. Alle hier behandelten Nadelholz-Diaspidinen pflanzen sich rein zweigeschlechtlich fort.

Der jährliche Entwicklungszyklus der Nadelholz-Diaspidinen war bis vor kurzem noch verhältnismäßig wenig bekannt. Wohl ließen sich aus den verstreuten Literaturangaben die wesentlichsten Daten zusammenstellen, doch fehlten noch fortlaufende, lückenlose Untersuchungen. MESNIL (1949) behandelte erstmalig eingehender den Jahreszyklus von *Lepidosaphes newsteadi* und *Leucaspis löwi* in der Schweiz, Verfasser (Veröffentlichung im Druck) hat außer diesen Arten auch alle übrigen in Deutschland vorkommenden Nadelholz-Diaspidinen in Franken bearbeitet. Da diese Untersuchungen noch nicht veröffentlicht sind, müssen hier einige Ergebnisse vorweggenommen werden, die zum Verständnis der Beziehungen der Parasiten zu den Läusen unentbehrlich sind.

b) Die Lebensweise der Parasiten und ihre Entwicklungsstadien

Die bei den Nadelholz-Diaspidinen parasitierenden Chalcididen sind sehr kleine, zierliche Wespen. Die Weibchen durchbohren bei der Eiablage mit Hilfe ihres Legestachels die Schilde der Wirte. Je nach dem, ob die Larven einer Art ekto- oder endophag leben, werden die Eier außen an die Haut des Wirtes oder in dem Wirt abgelegt. In der Regel wird ein Wirtstier nur mit einem Ei belegt, vereinzelt können aber an einem Wirt auch zwei Larven beobachtet werden, z. B. bei den ektophagen *Aphytis*-Arten. Die ektophagen Larven saugen im Laufe ihrer Entwicklung ihr Opfer langsam aus und verpuppen sich nach dessen Absterben an ihrem Entwicklungsort unter dem Schild auf oder neben dem toten Wirt. Bei der Verpuppung stößt die beinlose Larve den im Darm angesammelten Kot in mehreren Ballen ab. Bei den endophagen Arten erfolgt die Verpuppung innerhalb der erstarrenden Haut der toten, ausgefressenen Schildlaus. Ihre Larven entwickeln sich anfangs meist langsam, teilweise mit längeren Diapausen. Der Wirt kann während dieser Zeit noch Nahrung aufnehmen und größer werden. Legereife Schildlausweibchen können oft trotz Parasitierung noch einige Eier ablegen. Das Schlüpfen erfolgt einige Tage nach der Verpuppung. Die Imagines der ektophagen Arten nagen durch den Schild des Wirtes, die endophagen durch die erstarrte Haut der Laus und den Schild ein rundes Loch und kriechen ins Freie. Je nach der Art erfolgt die erste Eiablage schon wenige Stunden bis Tage nach dem Schlüpfen. Manche Arten vermehren sich parthenogenetisch. Viele Arten können verhältnismäßig gut fliegen, meist laufen aber die Kleinwespen flink und dabei ständig mit den Fühlern trommelnd auf den von Schildläusen befallenen Pflanzen umher und legen ihre Eier ab. Die Lebensdauer der bei den Nadelholz-Diaspidinen parasitierenden Chalcididen beträgt meist durchschnittlich nur 10—20 Tage.

Untersuchungen über Parasiten von Nadelholz-Diaspidinen, die auch bei uns vorkommen, hat FERRIERE[1]) in der Schweiz (*Aphytis mytilaspidis* L. BAR., *Prospaltella aurantii* HOW., *Pr. leucaspidis* MERC., *Azotus pinifoliae* MERC., *Anthemus pini* FERR.) GHESQUIERE (1933) in Belgien (*Aphytis mytilaspidis* (L. BAR.) und MESNIL (1949) in der Schweiz (*Prospaltella aurantii* HOW., *Pr. leucaspidis* MERC., *Aphytis mytilaspidis* L. BAR., *Azotus pinifoliae* MERC.) durchgeführt. MESNIL befaßt sich besonders eingehend mit der Lebensweise von *Prospaltella aurantii* bei *Lepidosaphes newsteadi* als Wirt und *Azotus pinifoliae* bei *Leucaspis löwi*. Weitere Angaben, besonders systematischer Art, finden sich bei MERCET (1912). Eine Reihe von Chalcididenarten, die bei Nadelholz-Diaspidinen parasitieren, wurde auch aus anderen Diaspidinen gezüchtet, die auf Laubbäumen und Sträuchern leben (vgl. FULMEK 1943). In Deutschland liegen über die Parasiten der Nadelholz-Diaspidinen praktisch noch keine Untersuchungen vor. Lediglich WOLFF (1901) erwähnt Chalcididen in Koniferen-Diaspidinen und bildet zwei gezüchtete Arten ab. Wahrscheinlich handelt es sich bei den abgebildeten Tieren um eine *Aphytis*- und eine *Azotus*-Art. Die bisher aus Nadelholz-Diaspidinen gezüchteten Chalcididen gehören zum größten Teil der Unterfamilie der *Aphelininae* an.

[1]) Herrn Dr. CH. FERRIERE (Genf) bin ich für die Bestimmung von *Eusemion corniger* WALK. und die Nachbestimmung der übrigen Chalcididenarten zu großem Dank verpflichtet.

c) Einzelbesprechung der Nadelholz-Schildlausarten und ihrer Parasiten

Wirt: *Diaspis visci* (SCHRK.).

Nährpflanze: *Juniperus communis;* auf der Unterseite der Nadeln[1]). Bei starkem Befall vergilben die Nadeln oder sterben kleine Zweige ab.

Jährlicher Entwicklungsgang: Zur Überwinterung kommen nur begattete Weibchen. Nach stärkerer Nahrungsaufnahme und damit verbundener Größenzunahme beginnt die Eiablage etwa Mitte Mai und im letzten Maidrittel. Die Ablage endet Mitte bis Ende Juni. Ein Weibchen legt durchschnittlich 37 Eier. Mitte des ersten Junidrittels beginnt das Schlüpfen der Junglarven und dauert bis Mitte Juli. Die erste Häutung erfolgt ab Mitte des ersten Julidrittels, die zweite Häutung der weiblichen Tiere ab Ende Juli. Die Männchen erscheinen vom ersten Augustdrittel ab bis Anfang September. Nach der Begattung nehmen die Weibchen noch etwas an Größe zu und überwintern dann.

Parasit: *Aphytis mytilaspidis* L. BAR.

Die Larve der schon aus verschiedenen anderen Diaspidinen-Arten gezüchteten Kleinwespe schmarotzt bei *Diaspis visci* ziemlich regelmäßig. Während der ganzen Beobachtungszeit konnte keine Kolonie dieser Schildlaus ohne Befall durch diesen Schmarotzer angetroffen werden. Trotz der Häufigkeit der Coccide beträgt der Prozentsatz parasitierter Läuse im Laufe eines Jahres nicht mehr als 10—15%. Diese Tatsache ist wahrscheinlich durch ein geringes Fortpflanzungspotential der Wespe oder hohe Mortalität oder Sterilität der Eier erklärbar, da die Larven nur eine sehr geringe Sterblichkeit aufweisen. Die Entwicklung der ektophagen Larve erfolgt zwischen dem Rücken des Wirtstieres und dessen Schild, die Verpuppung auf oder neben dem ausgesogenen, toten Wirt. Meist ist nur eine Larve an einer Laus zu finden, manchmal auch zwei. Die Fortpflanzung scheint in der Regel parthenogenetisch zu erfolgen; unter den zahlreichen im Laufe mehrerer Jahre gezüchteten Wespen befand sich jedenfalls kein einziges Männchen. IMMS (1916) gibt in England das Vorkommen von 1% ♂♂ bei *Lepidosaphes ulmi* (L.) als Wirt an. Die Weibchen leben durchschnittlich 10—14 Tage, wandern während dieser Zeit auf den von den Wirten befallenen Pflanzen umher und legen Eier ab, seltener fliegen sie kleinere Strecken von Strauch zu Strauch. *A. mytilaspidis* hat bei *D. visci* zwei Generationen im Jahr: Zur Überwinterung kommen große Larven, die sich in der zweiten Maihälfte verpuppen. Die Imagines schlüpfen in der Hauptsache in der ersten Junihälfte und im weiteren Verlauf dieses Monats und belegen die um diese Zeit vorhandenen männlichen und weiblichen Zweitlarven des Wirtes. Die Imagines dieser Generation schlüpfen im September und Anfang Oktober. Sie sind infolge ungünstiger Ernährungsverhältnisse (die Zweitlarven des Wirtes bieten bei ihrer geringen Größe wenig Nahrung) wesentlich kleiner als die Wespen der ersten Generation. Die Eiablage erfolgt an die Weibchen des Wirtes. Die Larven entwickeln sich bis zum Spätherbst noch stark und überwintern.

[1]) Als Nährpflanzen werden bei den einzelnen Arten nur die im fränkischen Nadelwald besiedelten genannt.

Wirt:
Lepidosaphes newsteadi
(Sulc).
Nährpflanzen: *Pinus silvestris, Picea excelsa, Abies alba;* ausschließlich auf den Nadeln, besonders der Innenseite. Bei starkem Befall bleiben die Nadeln kurz, vergilben oder sterben ab. Seltener ist dies auch bei kleinen Zweigen der Fall.

Abb. 3. Gemischter Befall an Kiefer: *Leucaspis löwi* (weiße Schilde), *Lepidosaphes newsteadi* (dunkle, langgestreckte Schilde an den unteren Nadeln). Vergrößert

Jährlicher Entwicklungsgang: Die begatteten Weibchen überwintern. Die Eiablage zieht sich von Mitte April bis Ende Mai hin, vereinzelt bis Mitte Juni. Ein Weibchen erzeugt durchschnittlich 31 Eier. Ab Anfang Juni beginnen die Junglarven zu schlüpfen. Die erste Häutung erfolgt ab Anfang Juli. Die Männchen treten in der zweiten Augusthälfte auf, gleichzeitig erfolgt die zweite Häutung der weiblichen Tiere. Nach der Begattung nehmen die Tiere im Herbst noch stärker an Größe zu und überwintern.

Parasiten: *Aphytis mytilaspidis* L. Bar.

Der Zyklus und die Lebensweise der Wespe verläuft ähnlich wie bei *Diaspis visci*, da die beiden Schildlausarten einen sehr ähnlichen Jahreszyklus haben. Große Larven überwintern an den Weibchen des Wirtes, die infolge der Parasitierung schon im Herbst absterben. Die Verpuppung erfolgt im Laufe des Mai, das Schlüpfen im Juni und Anfang Juli. Die Wespen belegen die weiblichen und männlichen Zweitlarven des Wirtes. Die Imagines dieser Generation schlüpfen in der zweiten Augusthälfte. Wie bei *D. visci* sind die Tiere dieser Generation sehr klein. Die Eiablage erfolgt nun an die Weibchen des Wirtes; die Larven entwickeln sich noch bis zum Spätherbst und überwintern. An den im Herbst absterbenden Schildlausweibchen sind häufiger zwei Parasitenlarven zu finden. Von Zweitlarven von *L. newsteadi* waren etwa 5%, von den Weibchen etwa 10—15% durch *A. mytilaspidis* parasitiert.

Prospaltella aurantii How. (neu f. d. deutsche Fauna).

Die Larven dieser Erzwespenart leben endophag. In allen untersuchten Kolonien kam die Art vor; durchschnittlich waren etwa 35% der weiblichen Läuse parasitiert. Die Ermittlung des Jahreszyklus der Wespe und der Generationenzahl ist schwierig. Mesnil (1949), der die Art eingehender untersucht hat, weist nachdrücklich auf die Diapausen der Larven hin, die von Individuum zu Individuum von sehr unterschiedlicher Länge sein können. Wahrscheinlich hat auch der Zyklus der befallenen Wirts-

arten und das befallene Stadium Einfluß. Während MESNIL für *Prospaltella aurantii* in der Gegend des Genfer Sees drei vollständige und eine unvollständige Generation angibt, entwickeln sich in Franken wahrscheinlich nur zwei vollständige Generationen oder eine vollständige und eine unvollständige. Zur Überwinterung kommen Larven mittlerer Größe in den Schildlausweibchen. Die parasitierten Tiere sterben schon im Herbst und unterscheiden sich von den gesunden durch ihren etwas geblähten Körper und die weißliche Farbe. Die Verpuppung erfolgt im April und Mai innerhalb der toten Wirte, deren erstarrte Haut eine zähe Hülle bildet. Die Imagines schlüpfen ab Ende April und im Mai, teilweise noch in der ersten Junihälfte. Männchen sind wesentlich weniger als Weibchen vorhanden (Sexualindex 5 : 1 zugunsten der Weibchen). Die Wespen belegen im Laufe ihres kurzen Lebens die teilweise um diese Zeit schon eierlegenden Weibchen des Wirtes. Aus diesen Weibchen schlüpft im August die nächste Generation. Wahrscheinlich überliegen auch einige zur ersten Generation gehörende Tiere als Larven oder Puppen und schlüpfen erst im August, wodurch eine weitere Generation vorgetäuscht wird. Die im August schlüpfenden Wespen belegen die Jungweibchen des Wirtes. Die Larven entwickeln sich in diesen langsam bis zum Herbst und überwintern in mittlerer Größe.

Wirt: *Lepidosaphes ulmi bisexualis* THIEM

Nährpflanze: *Abies alba;* auf der glatten Rinde von Stämmen und Zweigen. Bei starkem Befall erfolgt Zuwachsminderung, seltener auch Absterben kleiner Zweige.

Jährlicher Entwicklungsgang: Die Überwinterung erfolgt im Eistadium (richtiger Embryonalstadium). Die Larven schlüpfen in der zweiten Maihälfte. Die erste Häutung findet im ersten und zweiten Junidrittel statt, die Zweithäutung der weiblichen Tiere im zweiten Julidrittel. Die Männchen erscheinen in der zweiten Julihälfte. Die Eiablage beginnt im ersten Augustdrittel und dauert bis ins letzte Monatsdrittel an. Ein Weibchen erzeugt durchschnittlich 31 Eier. Die Gelege überwintern.

Parasiten: *Aphytis mytilaspidis* L. BAR.

Der bei *L. ulmi bisexualis* beobachtete Jahreszyklus von *A. mytilaspidis* entspricht dem bei den anderen Wirten festgestellten, nur ergeben sich in der Lebensweise der Larven infolge des unterschiedlichen Zyklus des Wirtes, besonders durch die Eiüberwinterung, einige Unterschiede. Die Larven überwintern in den Gelegen des Wirtes, in denen sie sich oophag, also räuberisch entwickelt haben. Sie verpuppen sich im Mai und Juni, die Imagines schlüpfen im Juni und in der ersten Julihälfte. Die Wespen belegen die Zweitlarven oder die Weibchen des Wirtes, die Imagines schlüpfen meist im September. Ein Teil der Larven überliegt bis zum nächsten Frühjahr. Die im September geschlüpften Wespen belegen die Gelege des Wirtes, die Larven entwickeln sich bis zum Spätherbst und überwintern. Durchschnittlich waren 15% der Läuse durch *A. mytilaspidis* parasitiert.

Physcus testaceus MASI (neu f. d. deutsche Fauna).

Nach den Zuchtergebnissen mehrerer Jahre beurteilt, hat diese Kleinwespe nur eine jährliche Generation. Die Larven überwintern in Weibchen des Wirtes. Nach stärkerem Wachstum im Frühjahr erfolgt die Verpuppung im Mai und Juni, das Schlüpfen im Juni und Juli. Die Wespen legen dann

ihre Eier in die Weibchen des Wirtes. Die Larven entwickeln sich sehr langsam, verhindern aber die Eiablage der Laus meist vollständig und bringen das Tier im Spätsommer zum Absterben. Die toten, parasitierten Wirte haben eine milchigweiße Färbung und füllen mit ihrem geblähten Körper, dessen Haut im Laufe der Zeit immer zäher wird, den ganzen Raum unter dem Schild. *Ph. testaceus* parasitierte etwa 5% der Läuse.

Eusemion corniger Walk. (neu f. d. deutsche Fauna).

Wie bei *Ph. testaceus* tritt auch bei *E. corniger* wahrscheinlich nur eine jährliche Generation auf. Die Larven überwintern in toten Weibchen des Wirtes und verpuppen sich im Mai und Juni. Die Imagines schlüpfen in der zweiten Junihälfte und im Juli und belegen die weiblichen Zweitlarven oder die Weibchen des Wirtes. Die Larven entwickeln sich bis zum Herbst bis zu mittlerer Größe und überwintern im abgetöteten Wirtstier. Etwa 30% der Kommaläuse waren durch die Wespe parasitiert.

Anabrolepis zetterstedti Westw. (neu f. d. deutsche Fauna).

Die Larven der Wespe überwintern wie bei den beiden zuletzt besprochenen Arten in den Weibchen des Wirtes. Sie verpuppen sich im Frühjahr. Das Schlüpfen der Imagines erfolgt Ende Juni und im Juli. Die Wespen belegen die Weibchen der Schildlaus. Die weitere Entwicklung vollzieht sich wie bei den beiden vorhergehenden Arten. Der Sexualindex der gezüchteten Wespen verhielt sich wie 1 : 1. *A. zetterstedti* schmarotzte in etwa 30% der Wirtstiere.

Wirt: *Leucaspis löwi* (Colv.).

Nährpflanze: *Pinus silvestris;* auf den Nadeln, besonders auf der Innenseite an der Nadelbasis. Bei starkem Befall sterben viele Nadeln und häufig auch Zweige ab.

Jährlicher Entwicklungsgang: Die Masse der Tiere überwintert als Zweitlarve. Die zweite Häutung der Weibchen findet in der zweiten April- und ersten Maihälfte statt. Um die gleiche Zeit erscheinen die Männchen. Die Eiablage beginnt Ende Mai, das Schlüpfen der Larven ab Mitte Juni. Die erste Häutung erfolgt im Laufe des August. Die Zweitlarven nehmen noch etwas an Größe zu und überwintern. Neben diesem Hauptzyklus, dem die meisten Tiere folgen, existiert bei der Art noch ein Nebenzyklus. Dieser kommt dadurch zustande, daß Weibchen, die Ende Mai und im Juni normal mit der Eiablage beginnen, mitten in der Ablage in eine Diapause treten und bis zum nächsten Frühjahr überliegen. Im zweiten Jahr er-

Abb. 2: Starker Befall von *Leucaspis löwi* an Kiefer. 1:1

zeugen sie im Mai wieder Eier und sterben dann. Von den aus diesen zweiten Gelegen schlüpfenden Larven gelangen nur wenige ins Freie, weil die mütterliche zweite Exuvie, in der das Weibchen eingeschlossen ist und seine Eier legt, von den Eihäuten der im letzten Jahr geschlüpften Larven verstopft ist. Diese wenigen Larven können sich noch im gleichen Jahr zu adulten Tieren entwickeln; die Weibchen überwintern und legen im folgenden Frühjahr Eier. Es kommt auch vor, daß Weibchen, die normalerweise im Juni Eier ablegen sollten, ganz ohne Eiablage bleiben und erst im folgenden Jahr ablegen. Ein Weibchen erzeugt durchschnittlich 27 Eier.

Parasiten: *Prospaltella aurantii* HOW.

Diese Art kommt bei *L. löwi* verhältnismäßig selten vor (Parasitierungsprozentsatz etwa 0,2%). Nur im Laufe des Juli wurden einige Wespen gezüchtet, wahrscheinlich aus Weibchen des Wirtes. Es ist möglich, daß es sich hierbei bereits um die zweite Wespengeneration handelte, eine erste Generation war trotz reichlichen Schildlausmaterials nicht zu erhalten. Vielleicht belegen die Ende April und im Mai aus anderen Wirten (z. B. *Lepidosaphes newsteadi* und *Dynaspidiotus abietis)* geschlüpften Wespen die um diese Zeit noch vereinzelt vorhandenen Zweitlarven von *L. löwi,* woraus sich dann im Juli die zweite Generation des Wirtes ziehen läßt.

Prospaltella leucaspidis MERC. (neu f. d. deutsche Fauna).

Pr. leucaspidis ist einer der wirksamsten Parasiten von *L. löwi,* tritt aber nur örtlich auf. In vielen Nadelwäldern fehlt sie völlig. Ihre Larven leben endophag und überwintern in männlichen und weiblichen Zweitlarven des Wirtes. Es wurde nur eine jährliche Generation beobachtet. Die Verpuppung der überwinterten Larven erfolgt nach stärkerem Wachstum im Mai und Juni, das Schlüpfen der Imagines im Juni und Juli. Die Weibchen — Männchen konnten nicht gezüchtet werden — belegen die Erstlarven des Wirtes. Die Entwicklung der Larven ist bis zum Herbst sehr gering. An den örtlichen Vorkommen der Art waren von ihr ca. 40% der Schildlaus befallen.

Azotus pinifoliae MERC. (neu f. d. deutsche Fauna).

Die sehr verbreitete Kleinwespe vernichtet etwa 20% des Wirtes. Die ektophagen Larven überwintern an Weibchen des Wirtes. Die Verpuppung erfolgt im Frühjahr. Die Imagines schlüpfen von Ende April bis August ziemlich gleichmäßig. Wahrscheinlich kommen zwei jährliche Generationen vor, die durch die unterschiedliche Schlüpfzeit der Imagines der ersten Generation verwischt werden. MESNIL (1949) gibt von *A. pinifoliae* drei jährliche Generationen an, betont aber die sehr unterschiedliche Entwicklungsdauer der einzelnen Tiere und die sich dadurch stark komplizierende Ermittlung der Generationenzahl. Der gleiche Autor berichtet auch von einem Hyperparasitismus bei der eigenen Art. Männchen und Weibchen treten in ungefähr gleicher Zahl auf.

Anthemus pini FERR. (neu f. d. deutsche Fauna).

Die Kleinwespe konnte im Juni und Juli in großer Zahl aus Zweitlarven des Wirtes gezogen werden. Sie ist in Franken wie *Prospaltella leucaspidis* nur örtlich verbreitet. Nach den Zuchtergebnissen existiert nur eine jährliche Generation. Demnach belegen die Weibchen im Juli die Erst-

larven der Schildlaus. Männchen und Weibchen kommen in gleicher Zahl vor. Der Parasit schmarotzte an dem einzigen Fundort in 20 % der Wirte.

Wirt: *Leucaspis candida* (Sign.).

Nährpflanze: *Pinus silvestris;* auf den Nadeln, besonders der Innenseite. Bei Massenbefall vergilben die Nadeln und sterben Nadeln und Zweige ab.

Jährlicher Entwicklungsgang: Wie bei *L. löwi* existiert bei *L. candida* ein Haupt- und Nebenzyklus. Die Mehrzahl der Tiere überwintert als Zweitlarve. Die zweite Häutung der weiblichen Larven erfolgt im letzten Maidrittel, zur gleichen Zeit treten die Männchen auf. Die Eiablage beginnt Mitte Juni und zieht sich über den Juli hin. Die Larven beginnen im letzten Junidrittel zu schlüpfen. Im August findet die erste Häutung statt. Bis zur Überwinterung ist die Größenzunahme gering. Der Nebenzyklus geht wie bei der vorher besprochenen Art von Weibchen aus, die im Juni mitten in der Eiablage aufhören und erst im Mai des folgenden Jahres wieder Eier ablegen. Die Larven dieser zweiten Brut entwickeln sich noch bis zur zweiten Augusthälfte zu geschlechtsreifen Tieren, die Weibchen überwintern.

Parasiten: *Aphytis mytilaspidis* L. Bar.

Die erste Generation ist im Mai und Juni von überwinterten Weibchen der Schildlaus zu züchten. Die zweite Generation entwickelt sich an Weibchen des Nebenzyklus des Wirtes im Juli und August und schlüpft im September. Die Wespen dieser zweiten Generation belegen die Zweitlarven. Die Larven entwickeln sich bis zum Spätherbst und überwintern. Etwa 35 % der Weibchen von *L. candida* waren durch die Wespe parasitiert.

Prospaltella aurantii How.

In der zweiten Maihälfte wurden aus Zweitlarven der Schildlaus wenige Wespen dieser Art gezüchtet. Wahrscheinlich kommt die Art bei *L. candida* nur gelegentlich in einer Generation vor, da während der anderen Jahreszeit keine Wespen gezüchtet werden konnten.

Azotus pinifoliae Merc.

Die schon bei *L. löwi* erwähnte, weit auseinandergezogene Flugzeit der ersten Parasitengeneration zeigt sich auch bei *L. candida* als Wirt. Die Wespen schlüpfen im Mai und Juni, vereinzelter noch im Juli. Während der restlichen Sommer- und Herbstmonate wurden keine Wespen gezüchtet oder beobachtet. Der Zyklus dürfte wie bei *L. löwi* ablaufen, da beide *Leucaspis*-Arten einen sehr ähnlichen Entwicklungszyklus besitzen. *A. pinifoliae* befiel etwa 30 % der Wirtsindividuen.

Encyrtiden-spec.[1])

Die Zucht eines Männchens und eines Weibchens dieser Art erfolgte nur im August 1949 aus einem Wirtsweibchen. Die Wespe parasitiert sicher nur gelegentlich bei *L. candida,* Encyrtiden sind im allgemeinen bei Diaspidinen selten.

Wirt: *Syngenaspis parlatoriae* Sulc

Nährpflanze: *Picea excelsa;* auf der Unterseite der Nadeln, meist in geringerer Zahl.

[1]) Ferriere brieflich: „Die Art ist eine Encyrtide, nahe verwandt mit *Leptomastix,* von einer sehr schweren Gruppe."

Jährlicher Entwicklungsgang: Die Überwinterung erfolgt als Erstlarve. Die erste Häutung erfolgt im letzten März- und ersten Aprildrittel. Die zweite Häutung der weiblichen Larven und das Auftreten der Männchen ist in der zweiten Maihälfte zu beobachten. Die Eiablage beginnt Ende Juni und dauert den Juli über an. Die Larven schlüpfen ab Mitte Juli und erreichen nach wenigen Wochen die Überwinterungsgröße, entwickeln sich dann bis zum nächsten Frühjahr nicht weiter. Wie bei *Leucaspis* legen bei *Syngenaspis* manche Weibchen in einem Jahr einige Eier ab, um im folgenden eine weitere Brut zu erzeugen. Die Eiablage der überwinterten Weibchen beginnt im Mai, die Larven entwickeln sich, was wegen hoher Sterblichkeit selten vorkommt, noch im gleichen Jahr zu Männchen und Weibchen; letztere überwintern.

Parasit: *Prospaltella aurantii* HOW.

Der Parasit kommt bei *S. parlatoriae* nur in einer jährlichen Generation vor. Die Imagines schlüpfen im Laufe des Juni aus Weibchen des Wirtes. Die Eiablage erfolgt wieder in Weibchen der Schildlaus. Die Larven entwickeln sich langsam bis zum Herbst, bringen den Wirt zum Absterben und überwintern.

Wirt: *Dynaspidiotus abietis* (SCHRK.)

Nährpflanzen: *Pinus silvestris, Picea excelsa, Abies alba;* auf *Pinus* und *Picea* besonders auf der Innenseite der Nadeln, auf *Abies* auch auf der glatten Rinde von Zweigen und Stämmen. Bei starkem Befall bleibt der Zuwachs gering, z. T. sterben häufig Nadeln und Zweige ab.

Jährlicher Entwicklungsgang: Die Art überwintert als große Zweitlarve. Die zweite Häutung der weiblichen Tiere und das Auftreten der Männchen erfolgt im Laufe des April. Die Eiablage beginnt im Juni und zieht sich bis Ende Juli hin. Die Larven schlüpfen wenige Tage nach der Ablage der Eier. Durchschnittlich produziert ein Weibchen 68 Eier. Die erste Häutung der Larven erfolgt im August. Die Zweitlarven nehmen im Herbst noch stärker an Größe zu und überwintern.

Parasiten: *Aphytis mytilaspidis* L. BAR.

Große Larven des Parasiten überwintern an Zweitlarven der Schildlaus. Sie verpuppen sich Ende April und im Laufe des Mai. Die Wespen schlüpfen in der zweiten Maihälfte und Anfang Juni. Es werden dann die Weibchen des Wirtes belegt. Im August sind die Imagines der zweiten Generation geschlüpft und belegen die um diese Zeit vorhandenen Zweitlarven der Schildlaus. Die Larven entwickeln sich noch bis zum Spätherbst und überwintern. Durchschnittlich 15% der Individuen von *D. abietis* waren von *A. mytilaspidis* befallen.

Prospaltella aurantii HOW.

Pr. aurantii hat bei *D. abietis* als Wirt zumindest eine jährliche Generation. Die Wespen der ersten Generation schlüpfen Ende April und im Mai, vereinzelt noch im Juni aus Zweitlarven. Der Großteil der Tiere scheint Erstlarven des Wirtes zu belegen, wahrscheinlich werden aber auch in adulte Weibchen Eier gelegt. In diesen Weibchen kann sich eine zweite Generation entwickeln. In den Erst- und Zweitlarven geht die Entwicklung bis zum Herbst nur sehr langsam voran. Etwa 15% der Wirtstiere waren parasitiert.

C. Vergleichende Angaben über die Wirtswahl und den Zyklus der Parasiten im Verhältnis zur Lebensweise und zum Zyklus der Wirte

In der vorhergegangenen Einzelbesprechung der Wirte und Parasiten sind insgesamt neun Chalcididenarten als Parasiten von Nadelholz-Diaspidinen im fränkischen Nadelwald genannt. Es handelt sich um die Arten: *Aphytis mytilaspidis, Prospaltella aurantii, Pr. leucaspidis, Azotus pinifoliae, Physcus testaceus, Anabrolepis zetterstedti, Eusemion corniger, Anthemus pini* und einer unbestimmten Encyrtidenart. *Aphytis mytilaspidis* konnte mit Ausnahme von *Syngenaspis parlatoriae* und *Leucaspis löwi* bei allen Nadelholz-Diaspidinen als Parasit beobachtet werden. *Prospaltella aurantii* parasitiert mit Ausnahme von *Lepidosaphes ulmi bisexualis* und *Diaspis visci* in allen anderen Wirtsarten. *Azotus pinifoliae* beschränkt sich auf die Gattung *Leucaspis*. *Anabrolepis zetterstedti, Eusemion corniger* und *Physcus testaceus* leben nur in *Lepidosaphes ulmi bisexualis, Anthemus pini* nur in *Leucaspis löwi* und die unbestimmte Encyrtide nur in *Leucaspis candida*.

Jede Parasitenart hat bezüglich ihrer Wirtswahl in Abhängigkeit von ihrem eigenen Entwicklungszyklus und ihrer „Geschmacksrichtung", sowie dem Zyklus und der Lebensweise der Wirte bestimmte Eigentümlichkeiten, die vor allem in der unterschiedlichen Parasitierung der verschiedenen, von einer Parasitenart befallenen Wirtsarten zum Ausdruck kommen. Weiterhin hat das von Jahr zu Jahr wechselnde zahlenmäßige Angebot (also der Massenwechsel) von Wirten und der Massenwechsel der Parasiten, die Örtlichkeit und eine Reihe weiterer Faktoren Bedeutung. Die Schildlausgesellschaften, die gemischten Kolonien verschiedener Arten auf einer Pflanze, sind zur Beobachtung der Wirtswahl und der Anpassung der Parasiten an ihre Wirte besonders geeignete Objekte. Vergleicht man hier den Befallsprozentsatz verschiedener Wirte durch dieselbe Parasitenart, so ergeben sich je nach der Wirtsart und der Jahreszeit erhebliche Unterschiede. Die im Laufe des Jahres durchschnittlich am stärksten befallene Wirtsart ist der Hauptwirt. Regelmäßig, aber wesentlich schwächer sind die Nebenwirte, nur gelegentlich die Ausnahmewirte befallen.

Aphytis mytilaspidis, die außer bei den meisten Nadelholz-Diaspidinen auch bei vielen anderen einheimischen Diaspidinen schmarotzt, hat in Franken an Nadelhölzern *Dynaspidiotus abietis* als Hauptwirt. Nebenwirte sind *Leucaspis candida* und *Diaspis visci*, Ausnahmewirte *Lepidosaphes newsteadi* und *L. ulmi bisexualis*. Die Bevorzugung von *D. abietis* vor allen anderen Nadelholz-Diaspidinen ist außer durch die Tatsache, daß die Art von allen befallenen Schildläusen dem Parasiten „geschmacklich" am besten zusagt, auch durch ihr verbreitetes Vorkommen und den für den Parasiten günstigen Jahreszyklus bedingt. Die Befallsintensität durch *A. mytilaspidis* wechselt bei den einzelnen Schildlausarten allgemein sehr stark. Auch können von manchen Parasitengenerationen die Nebenwirte stärker als der Hauptwirt befallen sein, wenn dieser während der Flugzeit der Wespen für die Larvenentwicklung der Schmarotzer ungünstige Stadien aufweist, oder wenn durch starke Schildentwicklung z. B. die Eiablage beim Hauptwirt stärker behindert wird als bei den Nebenwirten. So ist z. B. *Leucaspis candida* und *Lepidosaphes newsteadi* von der zweiten Genera-

tion von *A. mytilaspidis* stärker parasitiert als *Dynaspidiotus abietis;* die überwinternden Weibchen von *Diaspis visci* sind etwa gleichstark wie *D. abietis* befallen. Auch bei den besten Bedingungen erreicht der Prozentsatz parasitierter Tiere des Hauptwirtes nicht über 15%.

Prospaltella aurantii hat *Lepidosaphes newsteadi* als Hauptwirt, *Dynaspidiotus abietis* und *Syngenaspis parlatoriae* als Nebenwirte, L. löwi und *L. candida* als Ausnahmewirte. Von den überwinternden Weibchen des Hauptwirtes sind etwa 30—40% befallen; auch von den überwinternden Weibchen von *Syngenaspis parlatoriae* können etwa 30% parasitiert sein. An Plätzen, an denen *L. newsteadi* nicht vorkommt oder nur in geringer Zahl auftritt, ist die Wespe mit großer Regelmäßigkeit aus dem Nebenwirt *Dynaspidiotus abietis* zu züchten. Der höchste Befallsprozentsatz war bei diesem Nebenwirt 15%. Stärkere Schwankungen in der Zahl der befallenen Individuen traten während der Beobachtungsjahre nicht in Erscheinung.

Azotus pinifoliae ist die dritte wichtige, oligophag bei Nadelholz-Diaspidinen schmarotzende Art. Sie befällt bevorzugt *Leucaspis candida,* häufig auch *L. löwi.* Im Zusammenwirken mit *A. mytilaspidis* gelingt es diesem Parasiten, *L. candida* örtlich innerhalb weniger Monate fast restlos zu parasitieren und dadurch den Massenwechsel der Schildlaus stark zu beeinflussen. Im kühleren Klima Oberbayerns ist *L. candida* nie derart stark parasitiert zu finden. Aus Material von dieser Gegend konnte *A. pinifoliae* bisher noch nicht gezüchtet werden, während *A. mytilaspidis* verbreitet vorkommt. Bei *L. löwi* kommt *A. pinifoliae* zwar regelmäßig vor, parasitiert aber im Höchstfall 20% der Wirtsindividuen. Auch im Zusammenwirken mit den anderen Parasiten der letztgenannten Schildlausart gelingt dem Schmarotzer in keinem Fall eine so starke Beeinflussung des Massenwechsels wie bei *L. candida.*

Nach der Wirtsspezialisation der drei wichtigsten oligophagen Nadelholz-Diaspidinenparasiten ergibt sich folgende Liste:[1])

Aphytis mytilaspidis: *Dynaspidiotus abietis* > *Diaspis visci* > *Leucaspis candida* > *Lepidosaphes newsteadi* > *L. ulmi bisexualis.*

Prospaltella aurantii: *Lepidosaphes newsteadi* > *Dynaspidiotus abietis* > *Syngenaspis parlatoriae* > *Leucaspis löwi* > *L. candida.*

Azotus pinifoliae: *Leucaspis candida* > *L. löwi.*

Alle übrigen, in Franken aus Nadelholz-Diaspidinen gezüchteten Parasiten sind monophag. Sie wurden nur aus einer Wirtsart gezüchtet. Die Angaben anderer Autoren beweisen, daß einige davon gelegentlich auch in anderen Nadelholz-Diaspidinen vorkommen können. FERRIERE (1927) hat z. B. *Prospaltella leucaspidis* aus *Leucaspis candida* (= *L. pini* HART.) in der Schweiz gezüchtet, MESNIL (1949) führt die gleiche Erzwespe als Parasiten von *Lepidosaphes newsteadi* und *Aphytis mytilaspidis* als Schmarotzer von *Leucaspis löwi* an.

[1]) > = Befall stärker als bei der folgenden Art.

Zusammenfassung

1. Auf den Nadelhölzern des vorwiegend sandigen fränkischen Keuperbeckens leben insgesamt sieben Diaspidinenarten. Mit einer Ausnahme besiedeln sie alle ausschließlich oder bevorzugt Koniferen, sind also typische Nadelholzinsekten. Alle Arten sind charakteristische Vertreter der Biozönose des xerophilen Nadelwaldes und zeichnen sich durch weitgehend übereinstimmende Umweltansprüche aus. Sie erzeugen sämtlich nur eine jährliche Generation. Bei starkem Auftreten sind Schäden durch Zuwachsminderung, Absterben von Nadeln und Zweigen infolge des Befalls an den Pflanzen häufig.

2. Jede Nadelholz-Diaspidinenart wird von einer oder mehreren Chalcididenarten parasitiert. Die Larven der Parasiten leben ektophag oder endophag von ihren Wirten, selten oophag. Insgesamt wurden aus Nadelholz-Diaspidinen in Franken neun Chalcididenarten gezogen. Die wirksamsten Parasiten sind die oligophagen Arten *Aphytis mytilaspidis* L. Bar., *Prospaltella aurantii* How. und *Azotus pinifoliae* Merc. Eine wesentliche Beeinflussung des Massenwechsels des Wirtes durch die Parasiten wird nur bei *Leucaspis candida* (Targ.) durch das Zusammenwirken von *Aphytis mytilaspidis* L. Bar. und *Azotus pinifoliae* Merc. erreicht. In Abhängigkeit von der Wirtswahl, dem Jahreszyklus und dem Massenwechsel der Parasiten auf der einen und dem Zyklus, der Lebensweise und dem Massenwechsel der Wirte auf der anderen Seite zeigt jede Schildlausart grundsätzliche oder nur graduelle Unterschiede in der Befallsintensität durch die einzelnen oligophagen Parasiten.

Literaturverzeichnis

Balachowsky, A.: Étude biologique des Coccides du bassin occidental de la Méditerranée. Encyclop. Entomol., P. Lechevalier, Paris 1932.

— — Les cochenilles de France, d'Europe, du Nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen. Monographie des Coccoïdea; Classifikation-*Diaspidinae* (Première partie). Herman, Paris 1948.

Escherich, K. und Baer, W.: Tharandter zoologische Miscellen. Über ein Massenvorkommen von *Palaeococcus fuscipennis* (Brm.) Ckll. (Coccide). Naturw. Ztschr. f. Land- u. Forstw., 11. Jhrg., 125—128, 1913.

Ferriere, Ch.: Chalcidiens parasites de la Cochenille du Pin *(Leucaspis pini* Hart.). Rev. suisse Zool., Bd. 34, 55—67, 1927.

Ferris, G. F.: Contributions to the knowledge of the *Coccoïdea (Homoptera)* II. Microentomology, Bd. 1, 17—92, 1936.

— — Contributions to the knowledge of the *Coccoïdea (Homoptera)* VI. Microentomol., Bd. 2, 103—122, 1937.

Fulmek, L.: Wirtsindex der Aleyrodiden- und Cocciden-Parasiten. Entomol. Beihefte, Bd. 10, 1—100, 1943.

Ghesquiere, J.: Sur *Diaspis visci* (Schr.) Löw et deux de ses parasites nouveaux pour la faune belge. Bull. Ann. Soc. ent. Belg., Bd. 73, 343, 1933.

Goux, L.: Contribution a l'étude de la biologie des *Eriococcus (Hem. Coccidae).* Régime, specifité alimetaire et races biologiques. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille, Bd. 3, 126—145, 1944.

Hering, M.: Die Oligophagie phytophager Insekten als Hinweis auf eine Verwandtschaft der *Rosaceae* mit den Familien der *Amentiferae.* Proc. 8th Int. Congr. Ent., 74—79, 1950.

Howard, L. O.: Revision of the *Aphelininae* of North America. US. Departm. Agric. Technic. ser. Nr. 1, 1—44, Washingt. 1895.

— — New genera and species of *Aphelininae*, with a revised table of genera. Ibidem, Technic. ser. Nr. 12, 69—88, Washingt. 1907.
IMMS, A. D.: Observations on the Insects parasites of some *Coccidae*. Quart. Journ. Microsc. Sc., Bd. 61, 217—247, 1916.
LEIBUNDGUT, H.: Un ravageur peu connu du pin: *Leucaspis candida* Sign. Journ. For. Siusse, Bd. 85, 20—21, 1934.
LINDINGER, L.: Die Schildlausgattung *Leucaspis*. Hamb. Jahrb. Wiss. Anst., Bd. 23, 3. Beiheft, 1905.
— — Über einige Nadelholzcocciden. Naturw. Ztschr. Land- u. Forstw., 3. Jahrg., 252—253, 1905.
— — Die Schildläuse Europas, Nordafrikas und Vorderasiens, einschließlich der Kanaren und Madeiras. 1 Bd., Stuttgart 1912.
MERCET, R. G.: Los enemigos des los Parasitos de las Plantas. Los Afelininos. Trab. Museo Cienc. natur., Nr. 10, 1—306, 1912.
MESNIL, L. P.: Remarques sur quelques Diaspines du Pin silvestre ou du Génévrier et leurs parasites. Rev. Pathol. Veget. Ent. Agric. France, Bd. 28, 73—97, 1949.
SCHMUTTERER, H.: Die Ökologie der Coccidеn Frankens. Diss. Erlangen 1951, z. Z. im Druck.
THIEM, H.: Über ein- und zweigeschlechtliche Kommaschildläuse (*Lepidosaphes ulmi unisexualis* und *bisexualis, L. rubri* und *L. Newsteadi*). Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch., Bd. 43, 638—657, 1933.

Anhang

Bestimmungstabelle der deutschen Nadelholzdiaspidinen[1])

1. Tiere klein (0,5—2,5 mm), von einem aus Sekreten, Exkreten und abgeworfenen Larvenhäuten gebildeten Schild bedeckt. Körper ungegliedert, Segmentierung verwischt. Extremitäten fehlend, Antennen nur kleine, stummelförmige Gebilde. Letzte Abdominalsegmente zu einer Platte („Pygidium") verschmolzen. Pygidium mit verschiedenen Randstrukturen und Drüsen ..... *Diaspidinae*

2. Schild schnee- bis gelblichweiß 3
   Schild hell- bis dunkelbraun 4
   Schild schwarz bis schwarzgrau 5

3. Schild langgestreckt, mit einer am Vorderende gelegenen, oval geformten, abgeworfenen Larvenhaut. Weibchen in der zweiten Larvenhaut eingeschlossen („kryptogyn"); Pygidium deutlich vom übrigen Körper abgesetzt (Abbildg. 1b und 2b) ..... *Leucaspis* TARG.

   a) Schild schinkenförmig (Abbildg. 1f), 1. Larvenhaut am Vorderende des Schildes ohne Quernaht. Tier violett bis weinrot. Auf den Nadeln verschiedener *Pinus*-Arten, besonders von *Pinus silvestris L. löwi* (COLV.)

   (Abbildung 1, a—f)

[1]) Diese Bestimmungstabelle ist ein Versuch, mit Hilfe der makroskopisch und mit Lupenvergrößerung sichtbaren Merkmale eine sichere Ansprache der einzelnen Nadelholz-Diaspidinenarten zu ermöglichen. Bei den Nadelholz-Diaspidinen ist dies möglich, da es sich dabei nur um eine beschränkte Zahl gut charakterisierbarer Arten handelt. Würden die hauptsächlich in dieser Tabelle angewandten Merkmale, also Schildfarbe, -form und Zahl der abgeworfenen Larvenhäute auf alle in Deutschland vorkommenden Diaspidinen angewandt, ergäben sich infolge der größeren Artenzahl und Variabilität Schwierigkeiten. Die mikroskopischen Merkmale sind den beigegebenen Abbildungen zu entnehmen. Nach der Tabelle können nur die Weibchen bestimmt werden.

b) Schild kommaförmig (Abbildg. 29), 1. Larvenhaut am Vorderende mit deutlicher Quernaht in der Mitte. Tier grünlich bis farblos. An den Nadeln von *Pinus*-Arten, besonders von *Pinus silvestris* *L. candida* (Sign.)

(Abbildung 2, a—g)

Schild langgestreckt, mit zwei in der vorderen Schildhälfte gelegenen, abgeworfenen Larvenhäuten. Weibchen nicht in der zweiten Larvenhaut eingeschlossen, Pygidium nicht deutlich vom übrigen Körper abgesetzt (Abbildg. 3, a) ..... *Syngenaspis* (Sulc)

1 Art; violett bis weinrot, an den Nadeln verschiedener Nadelhölzer besonders von *Picea excelsa* *S. parlatoriae* (Sulc)

(Abbildung 3, a—g)

Schild rundlich bis oval, mit 2 konzentrisch oder ± exzentrisch gelegenen, abgeworfenen Larvenhäutchen. Weibchen nicht in der zweiten Larvenhaut eingeschlossen, Pygidium nicht deutlich abgesetzt (Abbildg. 4d) ..... *Diaspis* Costa

1 Art; orangegelb, an den Nadeln und schwachen Zweigen verschiedener Nadelhölzer, besonders von *Juniperus communis* .... *D. visci* (Schrk.)

(Abbildung 4, a—f)

4. Schild langgestreckt, kommaförmig (Abbildg. 4f, 5e), im vorderen Viertel des Schildes zwei abgeworfene Larvenhäute. Tiere länglich, birnförmig ..... *Lepidosaphes* Shim.

a) Schild breiter kommaförmig (Abbildg. 5e), meist dunkler braun, vielfach umgebogen, deutlich geschichtet. Tier weißlich bis farblos. Männchen stets vorhanden (sie entwickeln sich unter kleinen, kommaförmigen Schilden; Abbildg. 5f). An der Rinde von Zweigen und Stämmen von *Abies alba* ..... *L. ulmi bisexualis* Thiem

(Abbildung 5a—7)

b) Schild schmal, kommaförmig (Abbildg. 6f), meist hellbraun, selten leicht gebogen, ohne deutliche Schichtung. Tier weißlich oder schwach violett. Auf den Nadeln verschiedener Nadelhölzer, besonders von *Pinus silvestris,* seltener von *Picea excelsa* und *Abies alba* ..... *L. newsteadi* (Sulc)

(Abbildung 6 a—f)

5. Schild rundlich bis oval, mit konzentrisch bis exzentrisch gelegenen, gelben Larvenhäuten. Randzone des Schildes häufig heller gefärbt *Dynaspidiotus* MacGill.

1 Art; zitronengelb, an den Nadeln verschiedener Nadelbäume, besonders von *Picea excelsa* und *Pinus silvestris,* an *Abies alba* auch auf der glatten Rinde von Stämmen und Zweigen .... *D. abietis* (Schrk.)

(Abbildung 7, a—e)

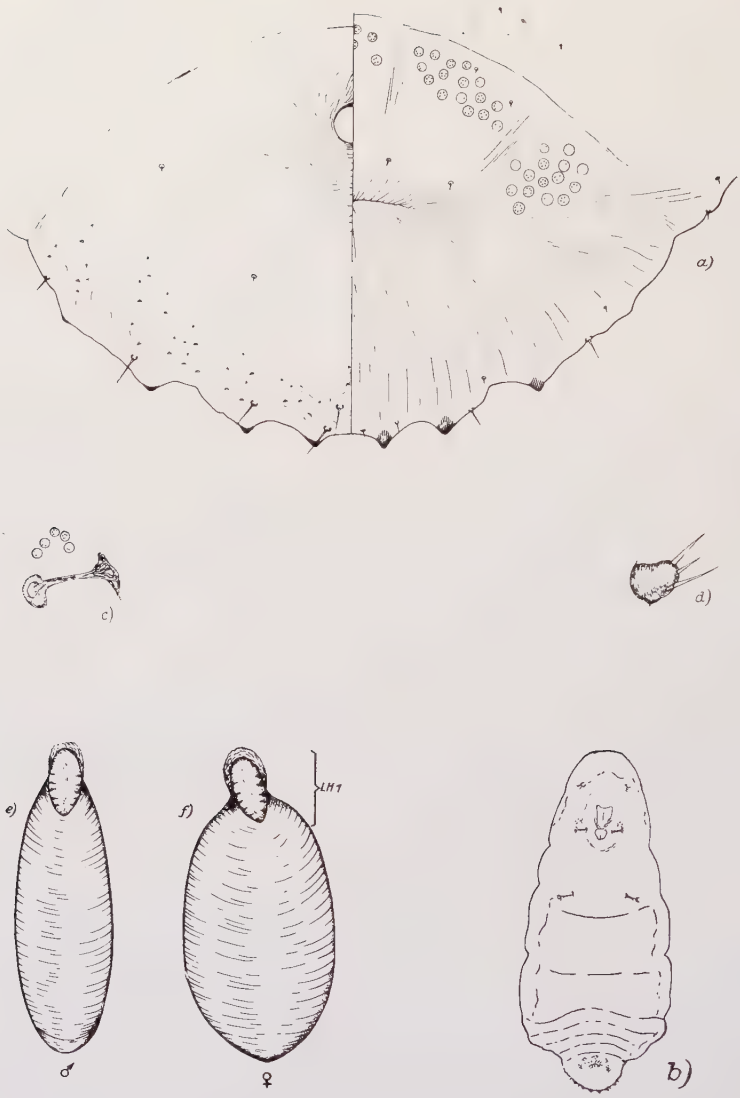


Abb. 1. *Leucaspis löwi* (COLV.). a) Pygidium des Weibchens; linke Hälfte dorsal, rechte ventral. b) Habitus des Weibchens (ventral), c) Vorderes Stigma, d) Antenne. e) Schild des Männchens. f) Schild des Weibchens (LH 1=1. Larvenhaut). Original

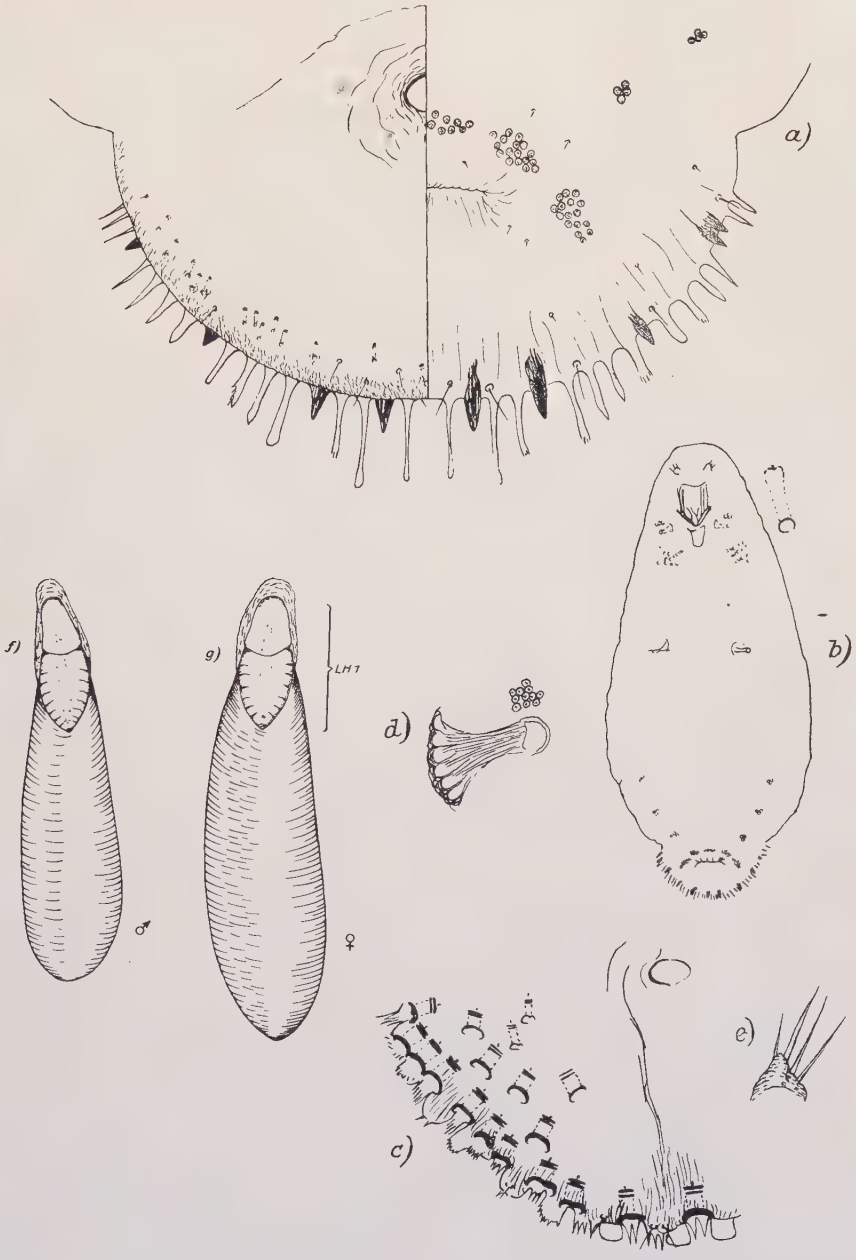


Abb. 2. ***Leucaspis candida*** (SIGN.). a) Pygidium des Weibchens; links dorsal, rechts ventral. b) Habitus des Weibchens (ventral). c) Ausschnitt aus dem Pygidium der weiblichen Zweitlarve (dorsal). d) Stigma[1]) des Weibchens. e) Antenne des Weibchens. f) Schild des Männchens. g) Schild des Weibchens (LH 1=1. Larvenhaut). a—e nach FERRIS, f und g Original

[1]) Jeweils ein vorderes Stigma ist abgebildet.

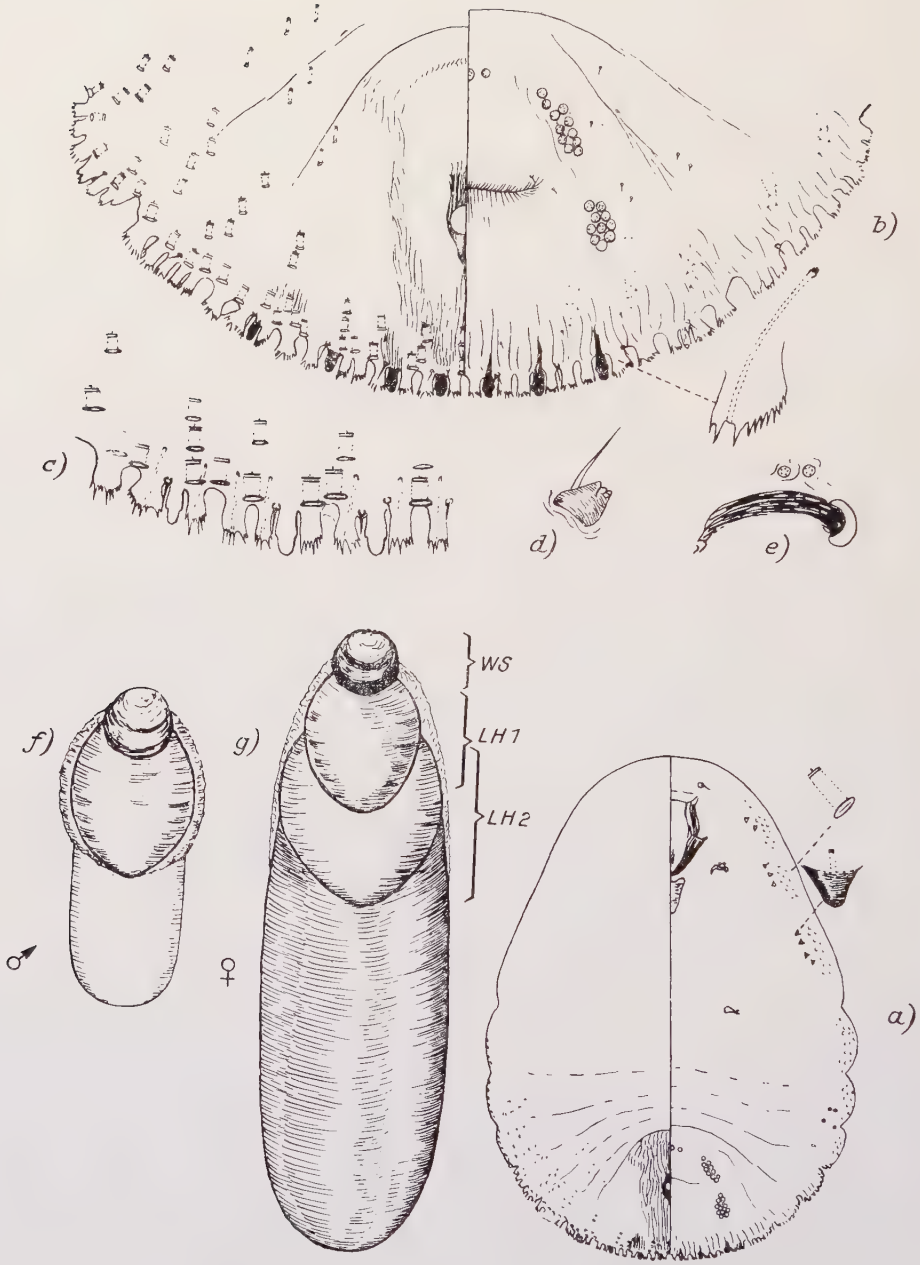


Abb. 3. *Syngenaspis parlatoriae* (ŠULC.). a) Habitus des Weibchens (links Dorsal-, rechts Ventralseite). b) Pygidium des Weibchens (links dorsal, rechts ventral). c) Ausschnitt aus dem Pygidium. d) Antenne, e) Stigma des Weibchens. f) Schild des Männchens. g) Schild des Weibchens (LH 1=1. Larvenhaut, LH 2=2. Larvenhaut, WS=Wachssekrete der Erstlarve). a—e nach FERRIS, f und g Original

Abb. 4. *Diaspis visci* (SCHRK.). a) Pygidium des Weibchens (links Dorsal-, rechts Ventralseite). b) Stigma, c) Antenne, d) Habitus, e) Schild des Weibchens. f) Schild des Männchens. Original

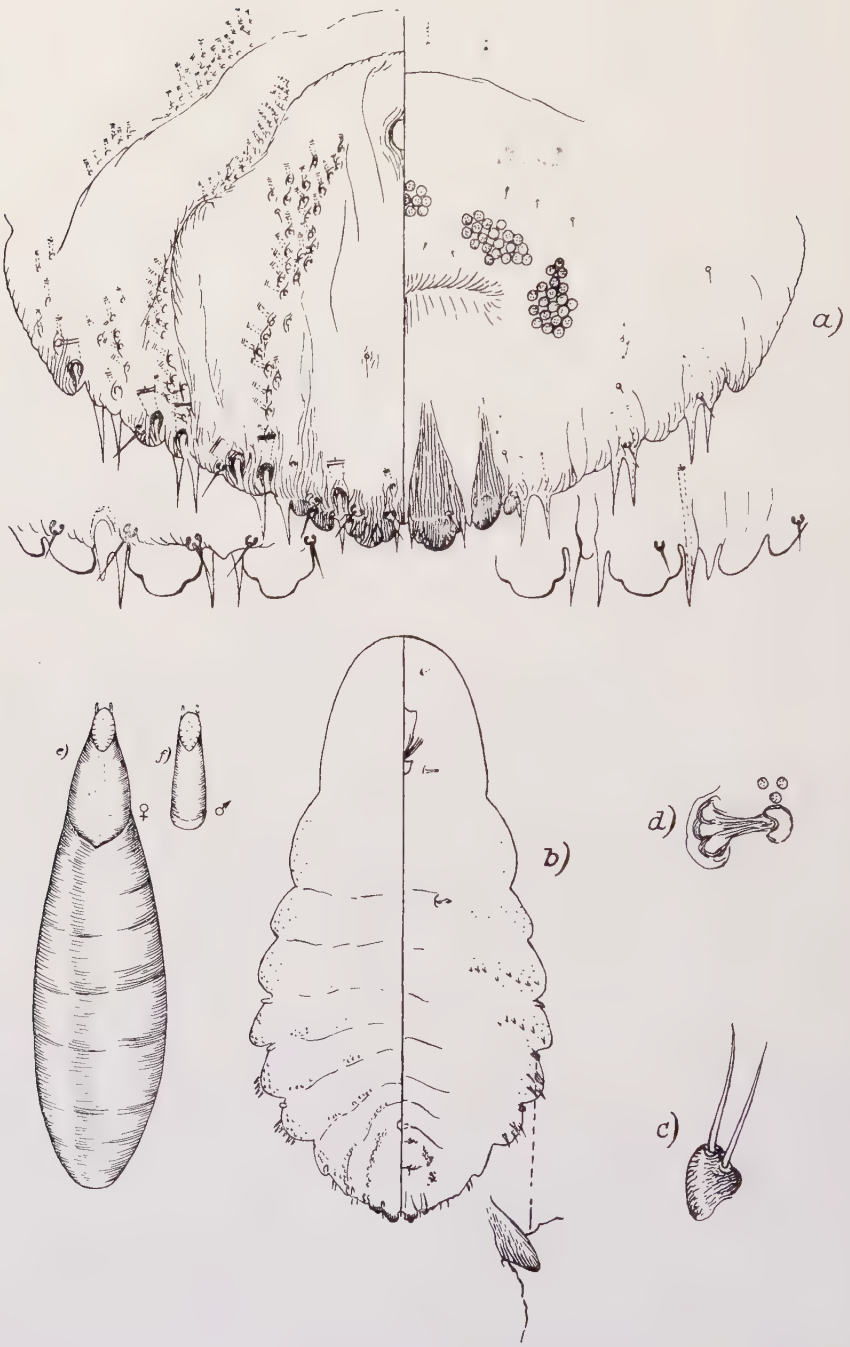


Abb. 5. ***Lepidosaphes lmi bisexualis*** (THIEM.) a) Pygidium des Weibchens. b) Habitus des Weibchens. c) Antenne, d) Stigma, e) Schild des Weibchens. f) Schild des Männchens. a—d nach FERRIS, e und f Original

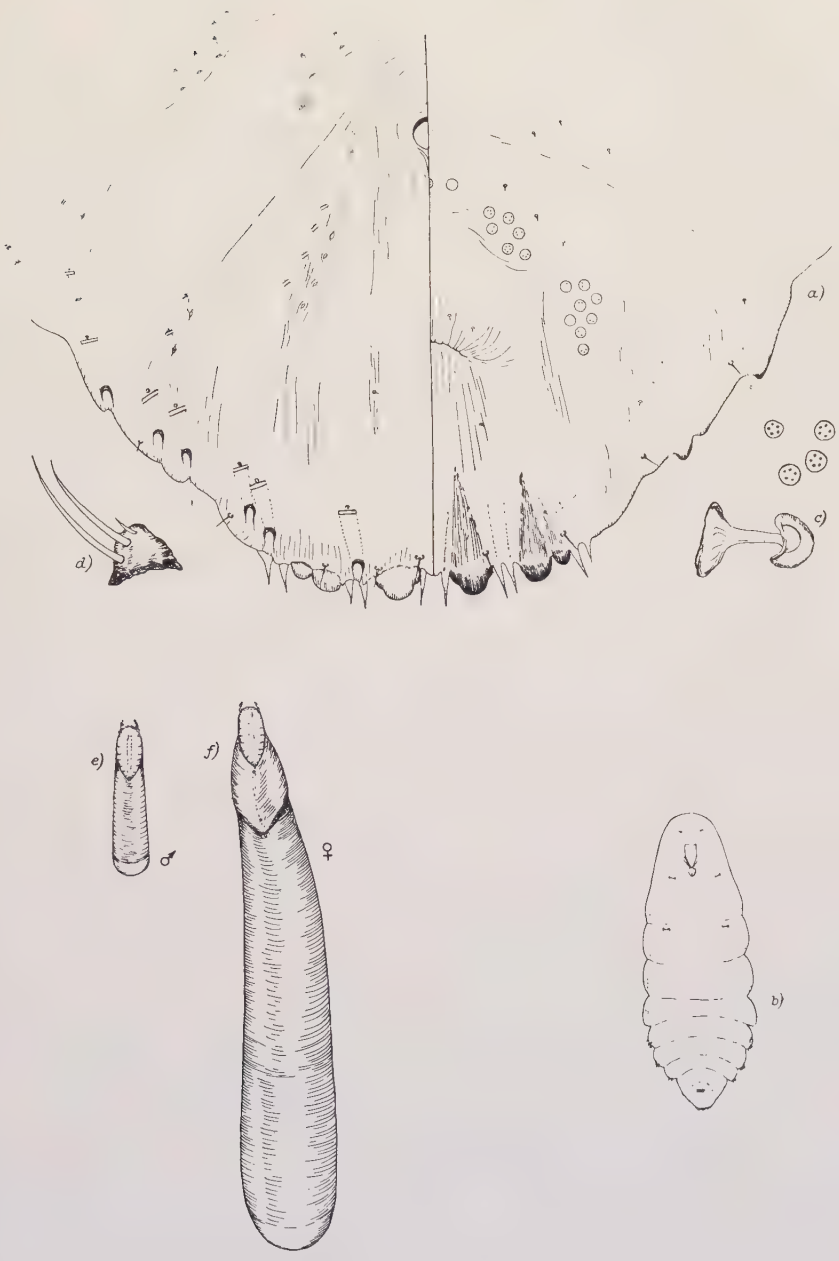


Abb. 6. *Lepidosaphes newsteadi* (ŠULC). a) Pygidium, b) Habitus, c) Stigma, d) Antenne des Weibchens. e) Schild des Männchens. f) Schild des Weibchens. _ Original

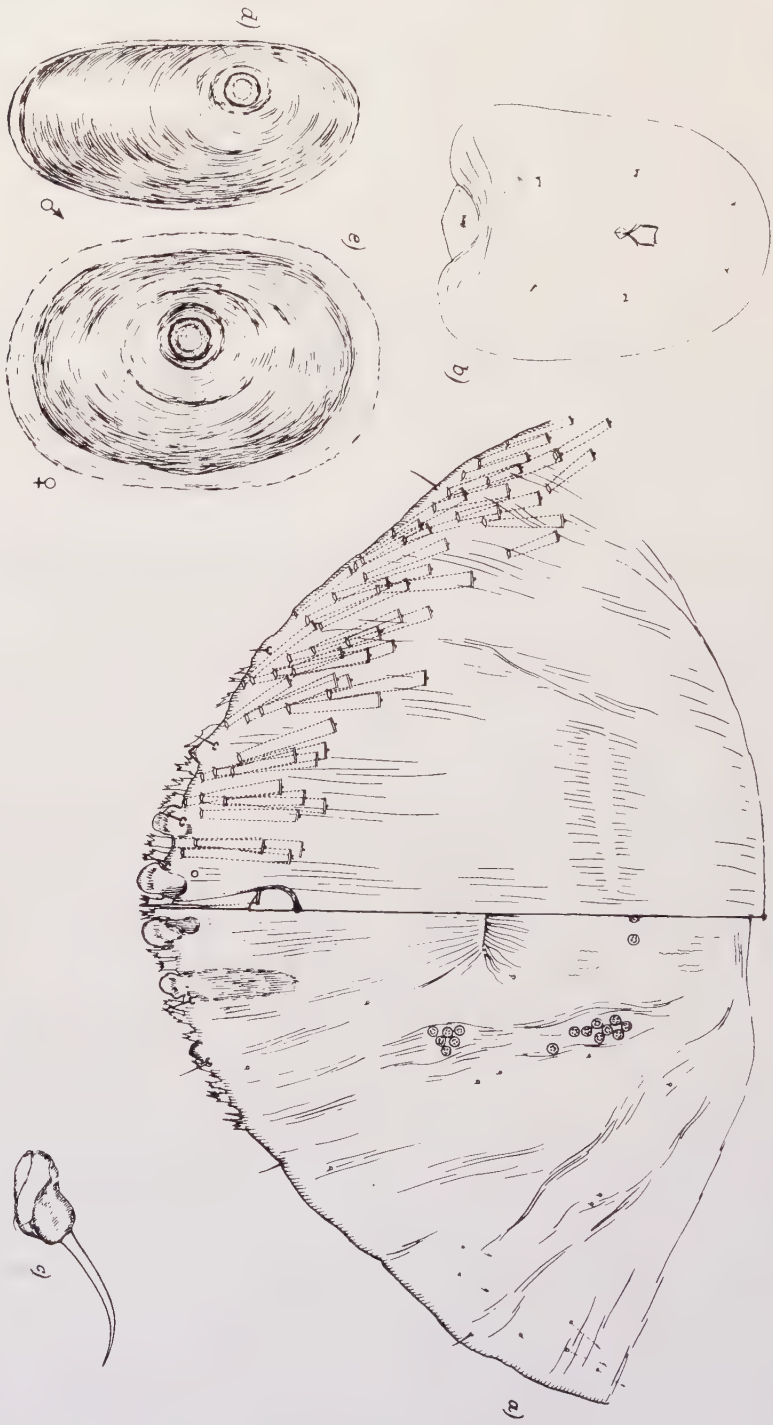


Abb. 7. *Dynaspidiotus abietis* (SCHRK.). a) Pygidium, b) Habitus, c) Antenne des Weibchens, d) Schild des Männchens, e) Schild des Weibchens. Original

San-José-Schildlaus im Weinbau

Von

F. Zweigelt, Graz

Im August werden es 20 Jahre sein, daß in Österreich die erste San-José-Schildlaus festgestellt worden ist. (B. Wahl, Einschleppung der San-José-Schildlaus in Mitteleuropa, Wiener Landwirtschaftliche Zeitung 32/22). Etwa 10 Jahre später hat L. Fulmek (Verbreitung und Nährpflanzen der San-José-Schildlaus in der Ostmark, Arbeiten über physiologische und angewandte Entomologie, Band 7, Nr. 3, 1940), bis 1945 verantwortlicher Referent für diesen Schädling, eine erste übersichtliche Zusammenstellung der Befallsgebiete und insbesondere auch der Wirtspflanzen des Schädlings herausgebracht. In einer wesentlich späteren brieflichen Mitteilung an mich bezeichnet Fulmek die Schadensbedeutung der San-José-Schildlaus als an das Weinklima gebunden und durch eine Jahresmittel-Temperatur von 9° C als unsere Grenze beschränkt. Unwillkürlich erinnern wir uns für das gleiche Gebiet an den Maikäfer, dessen Hauptseuchengebiet ich vor Jahren festgestellt und weitgehend mit der Verbreitung der Rebe übereinstimmend gefunden habe. Auch die vertikale Seuchengrenze hat manche Ähnlichkeit: im Voralpengebiet wird die San-José-Schildlaus noch bei 900 m angetroffen, ohne dort jedoch in der gefürchteten Schadensbedeutung in Erscheinung zu treten. Das Auftreten jenseits der Klimagrenze, bei gleichzeitigem Verschwinden als extremer Kulturschädling, erinnert wieder an den Maikäfer, auch wenn die Werte bei diesem etwas tiefer liegen.

Prüfen wir zunächst den Nährpflanzenkreis: Nach Fulmek ist das Kernobst, insbesondere der Apfel, zu 30% am Befall beteiligt, das Steinobst folgt mit 10 %, und zwar in absteigender Reihenfolge Pfirsich, Kirsche, Pflaume und Zwetschge, am wenigsten die Marille. Am Walnußbaum kommt sie nur vereinzelt vor, ebenso am Rebstock. Die ersten von Fulmek diesbezüglich gesammelten statistischen Erhebungen wissen nur von vereinzeltem Auftreten an Direktträgerreben zu berichten, die an den grünen Teilen (Blattstiel und Trieb) gelegentlich befallen sind.

Dieser unleugbaren Geschmacksspezialisation gegenüber steht die Tatsache eines enorm großen Kreises von Wirtspflanzen, Pflanzen also, an denen die San-José-Schildlaus bereits festgestellt worden ist. Die genaueste Liste darüber, die über 160 Pflanzenarten umfaßt, verdanke ich ebenfalls Fulmek. Diese Liste, die in alphabetischer Reihenfolge die Pflanzen bringt, sei hier in knapper Form wiedergegeben. Die jeweilige Artenzahl folgt in Klammer.

Acacia (4), *Actinidia, Aesculus, Amelanchier, Ampelopsis, Amygdalus* (2), *Atriplex, Betula* (2), *Buxus, Carpinus, Castanea* (2), *Catalpa* (2), *Ceanothus, Celtis, Cercidiphyllum, Chrysanthemum, Citrus (2), Clematis, Cornus* (8), *Corylus* (2), *Cotoneaster, Crataegus* (5), *Cydonia* (3), *Dahlia, Deutzia, Diospyrus* (2), *Eleagnus* (2), *Eriobotrya, Eucalyptus, Evonymus* (2),

Fagus (2), *Ficus, Filipendula, Forsythia, Fragaria, Fraxinus* (3), *Gleditschia, Hibiscus, Hicoria, Juglans* (3), *Kalmia, Kerria, Laurus* (2), *Ligustrum* (2), *Lilium, Lonicera, Maclura, Mahonia, Mespilus, Morus, Philadelphus, Phlox, Photinia* (2), *Physocarpus, Piper, Picea* (2), *Platanus, Populus* (6), *Prunus* (22), *Ptelea, Pirus* (7), *Quercus, Rhamnus, Rhodotypos, Rhus* (2), *Ribes* (6), *Ricinus, Robinia* (2), *Rosa* (5), *Rubus* (5), *Salix* (12), *Sambucus* (2), *Sassafras, Sorbaria* (2), *Sorbus* (5), *Spiraea, Symphoricarpus, Syringa* (4), *Thuja, Tilia* (2), *Toxylon, Ulmus* (5), *Vaccinium, Viburnum* (4), *Vitis* (2).

Selbst eine flüchtige Durchmusterung dieses Speisezettels ergibt einen außerordentlich weiten Nährpflanzenkreis, es fällt auf, daß neben Bäumen zahlreiche krautige Pflanzen vertreten sind, daß so ziemlich alle unsere Laubgehölze befallen werden können, aber auch Nadelhölzer, so daß man doch annehmen müßte, auch die Rebe wäre in hohem Prozentsatz daran beteiligt.

Ich selbst habe im Laufe der letzten vier Jahre, in denen ich Gelegenheit hatte, das Auftreten der San-José-Schildlaus in Steiermark zu studieren, zahlreiche Weingärten untersucht, in denen ich selbst Jahrzehnte schon als Rebenzüchter tätig gewesen war und mich dabei allen den verschiedenen Edelsorten aber auch Unterlagsreben zugewendet und weder an ihnen noch an den Direktträgern jemals die San-José-Schildlaus gesehen. FULMEK erwähnt ja auch nur vereinzeltes Auftreten an Direktträgerreben, er gibt aber nicht an, ob diese alleinstehend waren oder im Verbande mit Obstbäumen.

Die Literatur ist aber ebenso arm an positiven Berichten. STELLWAAG (Die Weinbauinsekten der Kulturländer) erwähnt sie nur an Reben für Nordamerika (FERNALD) und für Südafrika in Transvaal, Natal, Oranje-Freistaat (BRAIN), von anderen Autoren erwähnt A. MELIS (Contributo alla conoscenza dell' Aspidiotus perniciosus Comstock, Florenz 1943) diese Laus wohl als Schädling an Rebe und Olivenbaum, während A. BALACHOWSKY und L. MESNIL (Les insects nuisibles aux plantes cultivées, Paris 1935) festgestellt haben, daß die Rebe unter den befallenen Kulturpflanzen kaum in Frage kommt.

Nun hat der vor Jahresfrist verstorbene, führende Phytopathologe, Prof. E. MALENOTTI als erster die Frage geprüft, ob das Auftreten der San-José-Schildlaus an der Rebe, die er in Venetien selbst wiederholt festgestellt hat, tatsächlich für den Weinbau ein Gefahrenmoment darstelle oder nicht (La San-José-sulle viti, Rivista di viticoltura e di Enologia 1948/2).

MALENOTTI stellt selbst als Hauptnahrungspflanzen für Italien fest: Birne, Apfel, Pfirsich, Pflaume, Marille, Kirsche, Mandel, Sorbus, Ribes, Rosen, Weiden, Pappeln usw., die einmal infiziert, zu ungeheuer schneller Vermehrung dieses Schädlings beitragen. Er beobachtete an Reben Blätter und Triebe und auch Trauben, die von Läusen so stark angegriffen waren, daß die Triebe sichtlich zurückgingen, die Blätter wurden erschreckend schnell fleckig und die Trauben selbst, von Hunderten von Läusen besetzt, waren verunstaltet.

Die Bauern von ringsum brachten ihm Rebtriebe, die über und über mit Läusen bedeckt waren, so daß man die Alarmrufe der Praktiker verstehen mußte. Und dennoch ist MALENOTTI zur Überzeugung gekommen: D i e R e b e h a t v o n d i e s e m S c h ä d l i n g n i c h t s z u f ü r c h t e n. Seine

Beobachtungen waren folgende: Prüft man einen befallenen Trieb, so ergibt sich die sonderbare Tatsache, daß unter den vielen Hunderten von Tieren, die sich auf den Blattspreiten angesiedelt haben, nicht ein einziges Weibchen zu finden ist. Es gab vielmehr nur Männchen und männliche Nymphen. Erst am Stiel, wo die Blattnerven zusammenlaufen, gibt es auch Weibchen. Den Grund hierfür sieht MALENOTTI in der geringen Blattdicke, die nicht hinreicht, diese anspruchsvollen Weibchen zu ernähren. Am Stiel aber können die Tiere, die ja bekanntlich sehr lange Saugborsten haben, diese entsprechend tief einsenken und soviel Nahrung entnehmen, daß die Embryonen reif werden und junge Larven geboren werden können.

Man dürfte nach diesem Befund, der die Blattflächen als Ernährungsgrundlage ausschließt und die Ernährung auf die Blattstiele und Triebe beschränkt, noch keinen Schluß dahin ziehen, daß die Reben nun für die Ernährung ungeeignet wären, denn an Obst- und anderen Bäumen sind es ja auch vorwiegend die Triebe, die die Massenvermehrung garantieren.

Daß die Blattflächen nur Männchen tragen, ist allerdings in höchstem Maße merkwürdig; das müßte ein physiologisches Differenzierungsvermögen der jungen Larven, die ja schon sexuell differenziert sind, voraussetzen und die instinktiv schon „wissen", daß sie später keine Nahrung mehr brauchen.

Nun kommt aber ein anderes hinzu: In geschlossenen Weinbergen klagt auch in Italien niemand über San-José-Schildlaus-Befall, sondern es werden nur solche Reben in Mitleidenschaft gezogen, die sich unter Obstbäumen befinden, und zwar unter solchen Obstbäumen, die schon von der Laus befallen sind. Jedenfalls müssen sich also schon infizierte Obstbäume in unmittelbarer Nähe der Reben befinden.

Die San-José-Läuse, die sich auf der Rebe befinden, stammen also von einer Nährpflanze, die offenbar für ihre Entwicklung viel günstiger ist. Wenn sich andererseits die Läuse auf der Rebe unbeschränkt vermehren könnten, müßte die Infektion von Jahr zu Jahr zunehmen, wie wir das an den Obstbäumen zu sehen gewohnt sind. Es ist aber Tatsache, daß im Weinbau die Infektion in jedem Jahre neu beginnt und nicht zunimmt! Es ist damit MALENOTTI klar geworden, daß die Rebe zwar ein möglicher Wirt dieses Parasiten ist, daß sie aber auf weitere Sicht eine Vermehrung der Laus unmöglich macht. Die Neugeborenen, die von Weibchen stammen, die sich bereits auf der Rebe entwickelt hatten, führen vielmehr zu unfruchtbaren Weibchen. Es handelt sich also um eine zunehmende Unfruchtbarkeit, die von der Wirtspflanze ausgelöst wird und diese also als Ernährungsgrundlage wenig geeignet erscheinen läßt. Es ist — und das erwähnt MALENOTTI allerdings nicht weiter — selbstverständlich, daß diese Degeneration auch die Männchen erfaßt, die wahrscheinlich zur Befruchtung der Weibchen unfähig werden. Eine Zunahme der Läuse auf den Reben unter den Obstbäumen ist also nichts anderes, als eine Funktion der Übervermehrung auf den darüber befindlichen Obstbäumen, die in drei Generationen weit über eine Million Nachkommen von einem einzigen Tier im Frühjahr erzielen können. Die so erfolgte Zunahme an Larven führt natürlich auch zu einer solchen an der Rebe und wenn im September oder Oktober Larven auf den Reben sitzen, so sind das nicht Nachkommen einer früheren Generation, die schon auf der Rebe war, sondern vielmehr der Ausdruck eines ständigen Zustromes von den Obstbäumen her.

Diese Erkenntnis wirft zugleich ein interessantes Licht auf die in Norditalien so häufigen Mischkulturen vom Standpunkte der zwar einer immerhin lästigen, wenn auch nicht lebenbedrohenden Verseuchung. In einem Abstand von 10 m von den Obstbäumen hört jede Infektion mit Larven dieser Bäume auf.

MALENOTTI hat uns mit seinen Beobachtungen und Mitteilungen, für die wir ihm dankbar sein müssen, eine große Sorge genommen: Die Reben gehören nicht zu den „normalen" Wirten der San-José-Schildlaus. Diese ist nicht imstande, selbständig und ohne Zufuhr von neuen Individuen dauernd den Rebstock zu besiedeln. Das macht zugleich auch die Beobachtung verständlich, daß im Weinbaugebiet der Steiermark, das Mischkulturen, wie sie in Italien üblich sind, nicht kennt, die San-José-Schildlaus praktisch fehlt, obwohl im gleichen Gebiet der Obstbau auf das schwerste gefährdet ist. Irgendeine Gefahr ist also auch in Zukunft für die Rebkulturen nicht zu befürchten. In weiterer Konsequenz bleibt auch der gesamte Weinbau in Mitteleuropa, also auch der deutsche Weinbau von der San-José-Schildlaus verschont.

Mit dieser Feststellung ist das Problem natürlich noch nicht erledigt, sondern wir stehen erst am Anfange einer Klärung. Ich habe in meinem Gallenbuch (F. ZWEIGELT, Blattlausgallen, Parey 1930) sehr eingehend die Frage der Anpassung, der Spezialisation usw. behandelt und versucht, in die letzten Geheimnisse der Beziehungen zwischen Pflanze und Insekt vorzudringen. Damals und auch schon in früheren Arbeiten habe ich davor gewarnt, gewisse Strukturen, wie etwa die Dicke der Epidermiszellen, den Gehalt an ätherischen Ölen, den Gerbstoff, die Ausbildung der Haare usw., als „Ursachen" für eine Ablehnung bestimmter Feinde anzuerkennen, als ob die Pflanzen „natürliche Schutzmittel" hätten, ihre „Feinde" abzuwehren. Es hat sich vielmehr gezeigt, daß die an einen bestimmten Wirt angepaßten Parasitenarten den Wirt als Ganzes, also mit allen seinen „Abwehrstrukturen" nehmen. Gerade die große Zahl von Wirten der San-José-Schildlaus würde nun den Gedanken nahelegen, es handle sich hier um einen extrem-polyphagen, ja geradezu omnivoren Parasiten.

Wenn wir die vielen „Wirtspflanzen" zusammenhalten und miteinander vergleichen, wenn wir feststellen mußten, daß auch Nadelhölzer befallen werden, daß holz- und krautartige Pflanzen der verschiedensten Familien als Wirte erscheinen, dann muß es allerdings merkwürdig erscheinen, daß gerade die Rebe aus dieser Linie herausfällt. Der Hinweis auf die dünnen Blätter, an denen sich die Weibchen nicht festsaugen können, sagt gar nichts, denn das Blatt ist ja nicht das wesentliche Substrat und die Triebe und Blattstiele böten hinreichend Gelegenheit, sich festzusetzen und zu vermehren.

Aber diese Frage ist es gar nicht. Ich selbst stand unsprünglich vor einem Rätsel und konnte mir das Verhalten der Rebe nicht erklären. (F. ZWEIGELT, San-José-Schildlaus und Rebstock, Obst und Garten, 1948/2.) Wer aber hat denn die vielen Arten untersucht, an denen die Laus bereits festgestellt worden ist? Wer hat die Entwicklung der San-José-Schildlaus an krautigen, einjährigen Pflanzen verfolgt? Wo ist dort das Continuum zum nächsten Jahre? Sind alle die vielen mehrjährigen Pflanzen, an denen

die Läuse gefunden worden sind, wirklich dauerbesiedelt oder sind sie ebenso wie die Reben unter den Obstbäumen nur Larvenabnehmer von anderen Pflanzen?

Ich bin überzeugt, daß das Problem der Mindereignung der Rebe gar kein isoliertes ist, sondern vielmehr nur ein Beispiel dafür, daß auch die San-José-Schildlaus bei einem relativ großen Kreis von dauerbesiedelten Pflanzen — vor allem den Rosaceen — doch eine große Streuinfektion veranlaßt und daß solche Nebenbesiedlungen in dem Augenblicke in viel größerem Maße bekannt werden, wo einmal systematische Untersuchungen bei den einzelnen „Wirtspflanzen" vorgenommen sein werden. Die Frage nach den physiologischen Ursachen für die Annahme oder Ablehnung für Volleignung oder Mindereignung ist damit in keiner Weise geklärt. Welche biochemischen Elemente entscheidend mitsprechen, wissen wir nicht und werden wir auch wahrscheinlich niemals restlos klären können. Der in neuerer Zeit gerne beschrittene Weg, mit Lausextrakten zu arbeiten und diese wie Heteroauxine auf Kressenwurzeln einwirken zu lassen (W. Kloft, Insekten steuern das Wachsen der Pflanzen, die Umschau 1951/2) gibt ja auch nur Aufschluß darüber, daß der Speichel die Prozesse beherrscht, nicht aber wie die Vorgänge im einzelnen laufen.

Eine weitere Frage ist bei der San-José-Schildlaus bisher überhaupt nicht angeschnitten worden: Sind die ganzen, die weltbeherrschenden Lausmassen, rassisch einheitlich oder ist, wie es wahrscheinlich ist, auch die San-José-Schildlaus im Begriffe einer Rassenaufspaltung?

In dem Augenblicke, wo aber biologisch unterscheidbare Rassen vorliegen, wird sich die Fülle von Wirtspflanzen nach diesen aufgliedern und andererseits wird sich gerade durch das verschiedene Verhalten desselben Substrates Läusen verschiedener Provenienz gegenüber diese Rassenaufspaltung nachweisen lassen.

Die Weinrebe hat somit, wie wir gesehen haben, so viele neue Probleme aufgeworfen, daß in der Frage der Physiologie, der Biologie und der Biochemie dieses Parasiten das Beste erst zu tun übrig bleibt.

Nach Abschluß dieses Artikels erschien eine Arbeit von H. Böhm (Untersuchungen über die San-José-Schildlaus, Pflanzenschutzberichte, 1951, 5/6), in welcher die oben geäußerten Gedanken weitgehend bestätigt worden sind. Böhm unterscheidet auf Grund eingehender Untersuchungen: 1. Brutpflanzen, an denen die Fortpflanzung des Schädlings regelmäßig und die Entwicklung normal erfolgt. 2. Nährpflanzen, an denen die Entwicklung der Schildlaus in der Regel bis höchstens zum zweiten Schwarzschildstadium und nur ausnahmsweise bis zur Imgao vor sich geht, jedoch keine Vermehrung stattfindet. 3. Zufallsträger, das sind Gewächse, an welchen sich freie Larven, die zufällig mit den Pflanzen in Berührung kommen, festsetzen können, aber entweder als solche oder später im Weißpunktstadium, spätestens aber im ersten Schwarzschildstadium zugrunde gehen.

Diese sehr interessanten Feststellungen werden aber wahrscheinlich auch gleitende Übergänge bringen und es ist möglich, daß klimatische Faktoren dabei mitsprechen.

Aus der Parasitologischen Abteilung, Veterinary Research Laboratories Onderstepoort, Südafrika)*

Die Nahrung der Myiasis-Fliegenlarven auf dem Wollschaf

Von

O. G. H. Fiedler, Pretoria

In allen Teilen der Erde, wo Schafzucht getrieben wird, sind Vertreter von Calliphorinen (Schmeiß- oder Goldfliegen) zu finden, deren Larven als Ektoparasiten auf den Schafen leben. Es sind in der Hauptsache die hochgezüchteten Merinoschafe, welche mit ihrer feinen Wolle und dichtem Vlies unter bestimmten Bedingungen ideale Lebensgrundlagen für einige dieser Schmarotzer bieten. In den Schafzuchtgebieten von Südafrika und Australien sind die Schaffliegen oder Blow Flies mit der Zeit zu den gefährlichsten Ektoparasiten geworden, die wohl in der Lage sind, ein Schaf binnen weniger Tage zu töten, wird ihnen nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt.

Als ursprüngliche typische Aasfresser besitzen die Larven der Schaffliegen auch immer noch die Fähigkeit, sich vollständig in totem animalischem Material zu entwickeln. Die Eigenschaft, im frischen Fleisch und auch in Wunden aufzuwachsen, teilen sie mit vielen anderen Myiasisfliegenarten. Doch die neue Entwicklung zu fakultativen Parasiten auf gesunden und unverletzten Schafen zeichnet sie von allen anderen Schmeißfliegen aus und stellt eine der interessantesten physiologischen Entwicklungen im Insektenreich dar.

Die Arten, welche befähigt sind, gesunde Tiere zu befallen, benennt man primäre Schaffliegen, während sekundäre Fliegen alle die genannt werden, welche ihre Eier erst auf Schafe ablegen, wo durch die ungestörte Tätigkeit der primären Maden bereits eine umfangreiche Wunde entstanden ist und die austretende Lymphe die umliegenden Wollpartien weitgehend durchtränkt hat. Der Geruch der schnell einsetzenden bakteriellen Zersetzung übt dann eine besondere Anziehung auf eine Reihe anderer Myiasisfliegen aus.

Nach Macleod (1937a) stammt der älteste Bericht von einem Madenbefall an Schafen in England aus dem Jahre 1523. Es handelt sich hierbei höchstwahrscheinlich um die Larven von *Lucilia sericata* Meig., die auch heute noch als primäre Schafparasiten in einigen Gebieten Europas, hauptsächlich in Schottland, eine große Rolle spielen. Das schädliche Auftreten von primären Schaffliegen in Australien und Südafrika ist jedoch erst jüngeren Datums und reicht etwa 50 Jahre zurück. Die Ursache liegt darin,

*) Der Artikel erscheint mit Genehmigung des Direktors für das Veterinärwesen der Südafrikanischen Union.

daß mit der schrittweisen Züchtung des modernen Merino-Schafes, bei dem kaum ein Teil des Körpers nicht mit Wolle bedeckt ist, erst die Grundlagen für die Möglichkeit einer Anpassung für bestimmte Myiasisfliegen geschaffen wurden. So ist es nicht zu vermeiden, daß bei diesen Hochzuchttieren die Wolle des Bauches und auch zwischen den Hinterbeinen sehr leicht mit Urin und flüssigem Kot verunreinigt wird. Besonders wenn die Schafe auf grüner Weide laufen, wo schnell Diarrhöen eintreten, ist diese Gefahr akut. Häufige Regenfälle, die das Vlies für Tage nicht trocken werden lassen, helfen ebenfalls mit, das Fell in einen für den Fliegenbefall günstigen Zustand zu verwandeln. Außerdem werden natürlich gern die Kopfwunden, welche bei den Kämpfen der Widder leicht entstehen, sowie auch jede andere Wunde, von primären Fliegen mit Eiern belegt.

In den verschmutzten und feuchten Vliesteilen setzt innerhalb kurzer Zeit eine rege Bakterientätigkeit ein, wobei Zersetzungsprodukte in der Wolle entstehen, deren Geruch von dem des sich zersetzenden Fleisches verschieden ist und auch nicht annähernd so unangenehm auf die menschliche Nase wirkt. Jedoch aber für die primären Schaffliegen haben diese Ausdünstungen eine besondere Anziehungskraft und bilden einen Stimulus für die Eiablage der Weibchen auf diese Wollpartien.

In Südafrika ist es in erster Linie *Lucilia cuprina* Wied., die vornehmlich in den Monaten Oktober bis November und Februar bis April etwa 96% des Befalls verursacht. Aber auch zu allen anderen Monaten brütet diese Art auf geeigneten Schafen. Als zweite primäre Fliege ist *Chrysomyia chloropyga* Wied. zu erwähnen, die für die restlichen 4% verantwortlich ist. Es darf nicht vergessen werden, daß *L. sericata*, die sich in Schottland weitgehend als primäre Schaffliege betätigt, auch in Südafrika vorkommt. Jedoch ist sie hier wohl auf Grund des trockenen Klimas Aasbrüter geblieben und sogar selten in den Schafdistrikten anzutreffen. Von älteren Autoren wurde *L. cuprina* meist mit der ähnlichen *L. sericata* verwechselt, so daß sich alle Angaben von *L. sericata* als Schafparasit in Südafrika auf *L. cuprina* beziehen.

Als sekundäre Schaffliegen wäre für das südliche Afrika hauptsächlich *Chrysomyia albiceps* Wied. zu nennen, zur der gelegentlich noch andere Myiasisfliegen stoßen können.

Die Schäden, welche die Schaffliegenmaden am Wirtstier verursachen, werden gemeinhin als oberflächliche maligne Myiasen bezeichnet. Bei näherer Betrachtung der Schafsmyiasen zeigt es sich aber, daß die Art der von den primären Maden erzeugten Zerstörungen von denen der sekundären Larven abweicht.

Bei einem mehrere Tage alten Befall durch *L. cuprina* bietet sich folgendes Bild. An dem Schaf, das gewöhnlich die Parasitierung durch Unruhe, Stampfen mit den Hufen sowie Beißen oder Scheuern des befallenen Körperteils anzeigt, nimmt man äußerlich eine dunkle Färbung der betroffenen Wollpartie wahr, die sich beim Betasten als durchnäßt erweist, was von einer starken Lymphabsonderung herrührt. Öffnet man den Wollstapel, so findet man die Larven sowohl einzeln wie auch oft gemeinschaftlich in größerer Anzahl in von ihnen besonders ausgearbeiteten, runden Taschen in der Wolle liegen. Bei der geringsten Störung, wie z. B. Einfallen des Tageslichtes, kriechen sie sofort tiefer in die Wolle hinein.

Abb. 1.
Ein Befallsherd von *Lucilia cuprina* Maden im Vlies des Merino-Schafes

Abb. 2. Eine von den *Lucilia cuprina* Maden angelegte „Tasche" innerhalb der befallenen Vliespartie

Auffallend ist in jedem Falle, daß der allergrößte Teil der Maden je nach Länge des Wollkleides bis zu mehreren Zentimetern entfernt von der Haut des Wirtskörpers in dem mit Exudat vollgesogenen Vliesstück sitzt. Ferner kann man wahrnehmen, daß unterhalb des feuchten Wollareals weite Teile der Epidermis weggefressen sind und diese Stellen somit einer oberflächlichen, nässenden Wunde gleichen. In einem späteren Stadium fällt die Wolle über diesen ersten Befallsherden gänzlich aus. Es tritt dadurch eine oftmals tellergroße, offene Hautwunde zutage, welche dann die Neigung zeigt, abzutrocknen. Die Maden aber haben sich in der Zwischenzeit auf weitere gesunde Hautpartien der Umgebung zerstreut, die sofort in gleicher Weise angegriffen werden, solange bis die Larven sich zur Verpuppung auf den Erdboden fallen lassen.

Durch den Madenbefall gehen an der Haut umfangreiche histologische Veränderungen vor sich.*) Mittels der alkalisch reagierenden, proteolytischen Enzyme werden die Epidermiszellen in kurzer Zeit aufgelöst

*) Herrn Prof. Dr. K. SCHULZ, Patholog. Abt. Onderstepoort, sei an dieser Stelle für die Untersuchung der Präparate gedankt.

und entfernt, auch die äußersten Zellschichten des Coriums können dabei in gleicher Weise verschwinden. Nach Erreichung dieses Zieles hört die Fraßtätigkeit der Larven an der Haut selbst vorerst auf, jedoch dauert die Einwirkung der abgesonderten Verdauungssäfte noch an. Es kommt dadurch zur Entzündung der befallenen Hautstücke, wobei sich das Corium sehr stark verdickt und hyperaemisch wird, gleichfalls findet eine Infiltration von Leucocyten zwischen den Haarfollikeln statt. Dieser Entzündungsprozeß ist fernerhin der Anlaß zu dem bereits erwähnten, übermäßigen Lymphexudat. Solange sich die Wolle noch über der Wundstelle befindet und die Ätzwirkung des Verdauungssaftes fortdauert, kommt es vorerst noch nicht zu Wundschorfbildung. Dagegen setzt Nekrose der obersten Zellschichten ein, die dann wieder von den Maden angegriffen werden; und trotz schnell einsetzender Granulation schließt sich die Wunde nicht. Erst wenn durch anhaltende Madeneinwirkung die Wurzelscheiden der Haare derartig geschädigt sind, daß der Haarschaft ausfällt, ziehen sich die Larven endgültig von diesen Stellen in die umliegenden Wollpartien zurück. Die Beschädigung des Coriums geht aber niemals so tief, daß die Haarpapillen zerstört werden, so daß nach Heilung der Wunden darüber sofort wieder das Wachstum der Wolle einsetzt. Wie Bull (1931) gezeigt hat, kommt es an Hautstellen, die ständig von Urin oder flüssigem Kot benetzt werden, durch Reizwirkung dieser Stoffe zu ähnlichen Entzündungserscheinungen wie auch Vereiterungen, wodurch diese Körperpartien, besonders wenn sie noch auf einer Hautfalte liegen, in idealer Weise für den Befall durch primäre Myiasisfliegen vorbereitet werden.

Im allgemeinen besitzen die Befallsherde vorerst keinen typischen Verwesungsgeruch. Erst wenn die Bakterien die in das Vlies getretene Lymphe zersetzen, entsteht diese unangenehme Ausdünstung. Andere *cuprina*-Weibchen sind schnell bei der Hand, um ebenfalls ihre Eier in der günstigen Stelle abzulegen. Ist erst eine größere Wunde mit dem typischen Geruch entstanden, welcher Zersetzung von animalischem Eiweiß anzeigt, so finden sich auch bald die sekundären Fliegen ein, deren Tätigkeit das Zerstörungswerk vollenden.

Die sekundären Maden von *C. albiceps* lassen sich in überwiegender Mehrzahl beim Öffnen des Wollstapels über der Befallsstelle direkt auf der Wunde finden, die in jedem Falle sehr übelriechend ist. Die Lymphabscheidung ist geringer, dafür geht aber die Wunde durch Zerstörung weiterer Hautschichten und vielleicht auch Muskelgewebe mehr in die Tiefe.

Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß die Schaffliegenmaden unter Feldbedingungen eine große Gefahr für das Merinoschaf bedeuten. Schon ein kleiner erster Befallsherd beunruhigt das Schaf gewaltig und seine Körpertemperatur steigt schnell auf über 41° C (105° F) an. Das Schaf allein ist trotz aller Versuche nur in den seltensten Fällen fähig, die Parasiten zu einem Teil zu entfernen. Es hört schließlich bald auf zu fressen, und tritt keine Behandlung ein, folgt sehr schnell ein Verfall der allgemeinen Körperkondition und mit fortschreitender Ausbreitung der Myiasis und Sepsis folgt der Tod in wenigen Tagen.

Die verschiedenen Fraßtechniken lassen sich sehr gut durch Anbringen von künstlichen Befallsherden beobachten. Eine Modifikation der von Macleod (1937b) entwickelten Methode wurde zu diesem Zwecke benutzt.

Hierbei wird der Teil des Schafvlieses, an dem man den Madenbefall anzubringen wünscht, sorgfältig mit Wasser durchtränkt. Dann wird im Mittelpunkt dieses Areales durch einen kurzen Zug der Finger eine kleine Reißwunde in der sehr weichen Epidermis erzeugt, worüber ein kleiner nasser Wattebausch gelegt wird, der die Larven des ersten Stadiums trägt. Die Wolle der näheren Umgebung wird sodann darüber mit einem Band zusammengebunden, wodurch die Watte mit den Maden in der richtigen Lage gehalten wird. Letztere können an der kleinen künstlichen Wunde sofort mit ihrem Fraß beginnen. Mit dieser Methode gelingt es auch, Befallsherde von *C. albiceps* anzulegen, wenn auch diese nie annähernd so groß und umfangreich wie bei den primären Larven werden, da den sekundären Maden offenbar die Vorbereitung der Wunden durch ihre primären Verwandten fehlt.

Auf Grund des an den Schafen wahrgenommenen, unterschiedlichen Verhaltens der Maden sind eine Anzahl Versuche mit dem Ziel unternommen worden, eine mögliche Erklärung für die Anpassungsfähigkeit der primären Schaffliegen, sowie die Bedingungen dieses fakultativen Parasitismus zu finden. Ferner sollte die strittige Frage untersucht werden, wovon die frisch geschlüpften Maden auf den Schafen leben.

Zur Beantwortung der ersten Frage wurden die frisch geschlüpften Larven der drei in Frage kommenden Schaffliegen *(L. cuprina, C. chloropyga* und *C. albiceps)* in den verschiedenen Medien gezüchtet, die ihnen auf dem Wirt zur Verfügung stehen. An festen Bestandteilen sind es hierbei Haut- und Muskelgewebe. Als flüssige Nahrung bietet sich in reichlichem Maße die von den Wunden austretende Lymphe, welche auch manchmal einen sehr geringen Blutanteil aufweisen kann. Um die Wirkung der einzelnen Komponenten des möglichen Nahrungsangebots auf das Wachstum festzustellen, wurden Larven aller drei Arten ausschließlich mit frischem Fleisch, Normalserum und frischem Blut gefüttert.

Das Fleisch wurde als ein Würfel auf dem Grunde eines Glasgefäßes gereicht. Mit dem Serum und Blut, sowie einer Mischung von beiden, wurden lockere Wattebäusche gut durchtränkt und in handliche Glasbehälter (2,5×7,5 cm) gelegt. Ein Organdiedeckel verhinderte das Entschlüpfen der Larven, ließ aber die nötige Luftzirkulation zu. Diese Kulturen wurden in einem Raum aufbewahrt, der auf eine Temperatur von ± 27° C (80,5° F) und eine relative Luftfeuchtigkeit von ± 80 % gehalten wurde. Nur jeweils 50 bis 70 Junglarven wurden in ein Gefäß gesetzt, um nicht durch Übervölkerung und Nahrungskonkurrenz Zwergformen zu erzielen, welche bei Schaffliegen nur zu leicht entstehen können. Frisches Serum und Blut wurden zweimal täglich hinzugefügt, um den Verhältnissen auf dem Schaf weitgehend gerecht zu werden und um sicher zu sein, daß Nahrung stets im Überfluß vorhanden war.

Jeder Versuch wurde dreimal wiederholt. Nach drei Tagen wurden die Maden gesammelt und gewogen. Die dabei ermittelten durchschnittlichen Körpergewichte, ausgedrückt in Prozenten der Larven auf dem Fleisch, ergaben folgende Werte:

	L. cuprina	*C. chloropyga*	*C. albiceps*
1. Fleisch	100	100	100
2. Serum	58,3	24,6	8,8
3. Serum/Blut (zu gleichen Teilen)	39,2	8,9	3,1
4. Blut	19,2	2,7	2,2

Die Ergebnisse zeigen, daß die Serum-Larven stets kleiner als die Fleischmaden waren und daß reines Blut immer die kleinsten Formen ergab. Betrachtet man die Zusammensetzung der Media, so stellt das Fleisch die konzentrierteste Nahrung mit 22—28 % festen Bestandteilen dar, während Serum deren etwa nur 8,5 % aufweist. Blut mit einer Zusammensetzung von ± 65 % Plasma und ± 35 % roten Blutkörperchen besitzt dagegen etwa 18 % feste organische Substanzen. Chemisch gesehen, enthält das Muskeleiweiß alle notwendigen Aminosaeuren, wogegen Methionin, Threonin und Valin dem Serum und Blutkörperchen fehlen; letztere weisen außerdem keinerlei Glycocoll auf. In diesem Lichte gesehen, erklärt sich der Gewichtsunterschied als eine Mangelerscheinung.

Um das Fehlen des Glycocolls in den Blutzellen zu demonstrieren, wurden *L. cuprina*-Larven mit auszentrifugierten Blutkörperchen genährt im Vergleich zu einer zehnprozentigen Gelatinelösung und einer gleichmäßigen Mischung von beiden Teilen. Die mittleren prozentualen Gewichtsverhältnisse der Larven, wiederum verglichen mit den Fleischmaden, waren dabei:

Blutzellen	3,8
Blutzellen/Gelatine	11,2
Gelatine	2,0

was beweist, daß die glycocollreiche Gelatine (25%) wegen ihres gänzlichen Mangels an Tryptophan, Tyrosin und Valin selbst eine sehr mangelhafte Nahrung darstellt; jedoch aber bis zu einem gewissen Grade eine Ergänzung zu den Aminosäuren der Blutzellen zu liefern imstande ist.

Wichtig für diese Untersuchung ist aber in erster Linie die Tatsache, daß die *cuprina*-Larven befähigt sind, auf einer ausschließlichen Serumdiät gut zu gedeihen und in drei Tagen nur um 41,7 % hinter dem Gewicht der Fleischlarven zurückstehen, während *C. chloropyga* und insonderheit *C. albiceps* diese Nahrung nur zu einem geringen Teil ausnützen können. Blut stellt für alle Arten ein sehr schlecht zu verwertendes Substrat dar, wobei *L. cuprina* aber wiederum am besten abschneidet.

In Parallelversuchen wurden nun die Junglarven nach der abgewandelten Macleodschen Methode auf Merinoschafe gesetzt und gleichfalls nach Ablauf von drei Tagen mit den auf Fleisch gezüchteten Larven gewichtsmäßig verglichen. Die sich ergebenden durchschnittlichen Prozentsätze waren hierbei für *L. cuprina* 61,3 und *C. chloropyga* 29,4; für *C. albiceps* lagen sie über 80, wobei leider die sich jeweils ergebende geringe Larvenzahl eine exakte prozentuale Bestimmung unmöglich machte. Mit anderen Worten decken sich die für primäre Maden erhaltenen Werte ungefähr mit den Resultaten der Serumzucht, während *C. albiceps* auf dem Schaf eher das Gewicht der mit Fleisch ernährten Larven erreicht.

Es darf in diesem Zusammenhang nicht unerwähnt bleiben, daß vorstehende Ergebnisse für *C. cuprina* in gewissem Gegensatz zu den Funden von Mackerras und Freney (1933) stehen, bei denen das Wachstum der Larven am lebenden Schaf etwas schneller als auf Aas gewesen sein soll. Wie jedoch das Wachstum auf frischem Fleisch vor sich geht, ist dabei nicht ausgesagt.

Zieht man zu den erzielten Ergebnissen noch die eingangs geschilderten Symptome an den befallenen Schafen sowie das Verhalten der Maden dortselbst hinzu, so kann wohl gesagt werden, daß *L. cuprina* in erster Linie von der Lymphe des Schafes lebt, zu deren Erlangung weite Hautpartien zerstört werden; wogegen auf der anderen Seite *C. albiceps* sich zum allergrößten Teil vom Körpergewebe ernährt. Diese durch physiologische Anpassung erworbene Eigenschaft ließ die primären Schaffliegen zu fakultativen Ektoparasiten werden, und der Grad der Anpassung an diese neue Nahrungsquelle ist gleichzeitig ein Maßstab für die Fähigkeit der beiden primären Arten, gesunde Wollschafe zu befallen, wie aus den Statistiken ihres Auftretens zu ersehen ist. Die sekundären Fliegen hingegen haben diese neue physiologische Fortentwicklung noch nicht erreicht und müssen daher warten, bis eine vernachlässigte Wunde auf dem Wirtstier entstanden ist, bevor ihre Maden völlig in der Lage sind, das für ihre Entwicklung nötige Gewebe anzugreifen.

Zum Abschluß bleibt noch die Frage zu klären, wovon die frisch geschlüpften Larven der primären Fliegen eigentlich fressen, bis sie zur Haut selbst vorgedrungen sind, denn *L. cuprina* z. B. pflegt ihre Eipakete an der Oberfläche des Vlieses abzulegen, während *L. sericata* zur Eiablage tief in den Wollstapel hineinkriecht. SMIT (1931) ist der Ansicht, daß die Junglarven sich von den Exkreten der Hautdrüsen oder von dem fetthaltigen Gemisch an der Wollfaser ernähren, da sie nicht von den Dungpartikeln in der Wolle fressen, was aber wiederum MACKERRAS und FRENEY (1933) bestreiten. HOLDAWAY (1932) hingegen meint, daß bakterielle Tätigkeit notwendig ist, um im Vlies einen günstigen Zustand für die Entwicklung der jungen Larven zu schaffen.

Zur Klärung dieser Frage wurden frisch geschlüpfte Larven in Glasgefäße gesetzt, die mit destilliertem Wasser durchfeuchtete Wolle in verschiedenen Zuständen enthielten, wie sie am Schaf gefunden werden kann: 1. Frische saubere Wolle, 2. frische verschmutzte Wolle, 8. für vier Tage in Regenwasser eingeweichte saubere Wolle, 4. eingeweichte schmutzige Wolle und 5. Watte als Kontrolle. In wiederholten Serien ergab sich für *L. cuprina* folgendes Bild: Die 1,3 mm langen Maden zeigten in keinem Fall eine Größenzunahme. Nach einem Tag begannen die Larven in allen Gläsern zu sterben, und am dritten Tag wurde keine lebende Made mehr vorgefunden. Für die etwas größeren Junglarven von *C. chloropyga* (1,5 mm) boten sich etwas andere Ergebnisse. Die durch Schätzung erreichte Todesrate sowie gemessene Körpergröße der Überlebenden, ausgedrückt in mm, wird in nebenstehender Tabelle gezeigt.

Auch bei *C. chloropyga* beginnen die Maden nach einem Tage in immer steigendem Maße zu sterben, und da sie in der verschmutzten Wolle und Watte keinerlei Größenzunahme aufweisen, ist es wohl sicher, daß sie an Nahrungsmangel eingehen. In der frischen Wolle jedoch scheinen die Maden etwas zu finden, wovon sich ein sehr geringer Prozentsatz für ein oder zwei Tage länger am Leben erhalten kann. Ihre Größenzu- und -abnahme deutet an, daß geringe Spuren eines Nährstoffs in der sauberen Wolle vorhanden sind, was aber nur für sehr wenige Larven ausreichend ist. Höchstwahrscheinlich handelt es sich hierbei um vereinzelte feine Teilchen von einer erhärteten lymphatischen Ausscheidung; denn MACKERRAS und FRENEY (1933) haben gezeigt, daß *cuprina*-Larven ihre vollständige

Medium		Zeit in Tagen 1	2	3	4	5
Watte		einige tot 1,5	die meisten tot 1,3	alle tot		
saubere Wolle	frisch	einige tot 1,5	viele tot 1,75	die meisten tot 1,8	drei noch lebend 1,8	alle tot
	eingeweicht	einige tot 1,5	viele tot 1,8—2,0	die meisten tot 1,75	alle tot	
verschmutzte Wolle	frisch	viele tot 1,5	die meisten tot 1,3	alle tot		
	eingeweicht	viele tot 1,5	die meisten tot 1,3	alle tot		

Entwicklung in Wolle durchlaufen können, welche größere Mengen dieser gummiartigen, gelblichen Kruste des getrockneten Lymphexudats enthält, wie man sie z. B. an räudigen Schafen antrifft. Aus der schnell sich steigernden Todesrate ist aber zu ersehen, daß die Wolle selbst den Larven keinerlei nennenswerte Nahrung zu bieten vermag. Wie Hobson (1931) auch nachgewiesen hat, erzeugen die *Lucilia*-Larven proteolytische Enzyme, welche Collagen und Elastin verdauen können, aber nicht das Keratin der Wollfaser.

Auf der anderen Seite hatten solche Larven, denen man zur Wolle Serum an Stelle von Wasser zugesetzt hatte, oder die auf ein Schaf gepflanzt wurden, innerhalb eines Tages ihre Größe verdoppelt und waren nach Ablauf der Beobachtungszeit alle noch am Leben.

Immer wieder konnte es an den frisch geschlüpften Larven beobachtet werden, daß sie einen sehr ausgeprägten Wandertrieb besitzen, der sie auf der Suche nach einer geeigneten Nahrung bis zur gänzlichen Erschöpfung ruhelos umherkriechen läßt. Die dabei in der Zeiteinheit zurückgelegte Strecke ist beachtlich und beträgt auf nasser Fläche im Mittel zehn Zentimeter pro Minute. Die Junglarven der primären Fliegen können also in einem Bruchteil einer Minute durch die feuchte Wolle zur Haut vordringen. Die schnelle Gewichtszunahme während der ersten 24 Stunden ist ein weiterer Beweis dafür, daß die frisch geschlüpften Maden nicht für längere Zeit auf Nahrungssuche in der Wolle herumirren und sich dort mit einigen minderwertigen Nahrungspartikeln begnügen, sondern schnellstens zur Körperhaut vorstoßen, wo sie dicht nebeneinander liegend im Gemeinschaftsfraß die nötige Menge Verdauungssaft produzieren, um die Epidermis wegzubeizen und die Lymphe fließen zu lassen.

Zusammenfassung

1. Die verschiedenartigen Hautmyiasen, welche typisch für primäre *(L. cuprina* und *C. chloropyga)* und sekundäre *(C. albiceps)* Schaffliegenmaden sind, wurden beschrieben.

2. Die Gewichtszunahme der Larven in verschiedenen Brutmedien (Fleisch, Serum, Blut) zeigt einen deutlichen, artlichen Unterschied. Wäh-

rend alle Maden in gleicher Weise am besten auf Fleisch gedeihen, sind die primären Larven auch befähigt, von Serum zu leben, was für die sekundären Maden keine ausreichende Nahrung darstellt. Auf Blut allein gedeihen alle Arten schlecht.

3. Das Wachstum der Maden dieser zwei Fliegengruppen auf dem Schaf geht verschieden schnell vor sich, bedingt durch unterschiedliche Nahrungswahl auf dem Wirtstier.

4. Die primären Schaffliegen haben eine physiologische Fortentwicklung erfahren, die sie zu fakultativen Ektoparasiten werden läßt. Die Hauptnahrung ihrer Maden besteht auf dem Schaf aus der Lymphe, die in großen Mengen aus den von ihnen erzeugten, sehr oberflächlichen und entzündeten Hautwunden austritt. Nebenher wird das entstehende nekrotische Gewebe an der Oberfläche der Wunden verzehrt. Dieser Nahrungswechsel verlängert zwangsläufig die Fraßperiode um einige Tage.

5. Die sekundären Maden hingegen ernähren sich hauptsächlich vom Körpergewebe des Wirtes.

6. Die frisch geschlüpften primären Maden dringen in kürzester Zeit zur Haut des Schafes vor, wo sie sofort in Gemeinschaftsarbeit beginnen, durch extraintestinale Verdauung ein Stück der Epidermis zu entfernen und den Lymphaustritt anzuregen. Der alkalisch reagierende Verdauungssaft hat fernerhin die Eigenschaft, das Corium zu entzünden und hyperaemisch zu gestalten und somit ein immer stärkeres Lymphexudat anzuregen.

Schrifttum

BULL, L. B. (1931) — Austral. Vet. J., 7, 4, 143.
HOBSON, R. P. (1931) — Biochem. J., 25, 1450.
HOLDAWAY, F. G. (1932) — J. Counc. Sc. Ind. Res. Austral. 5, 205.
MACKERRAS, M. J. & FRENEY, M. R. (1933) — J. exp. Biol., 10, 3, 237.
MACLEOD, J. (1937a) — J. comp. Path. Therap., 1, 1, 10.
— — (1937b) — Parasitol., 28, 526.
SMIT, B. (1931) — 17th Rep. Vet. Sc. Anim. Ind. U. of S. Afr., 299.

Einige physiologische Beziehungen zwischen Syrphidenlarven und ihren Parasiten

Von

F. SCHNEIDER

Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau
in Wädenswil (Zürich)

Mit 6 Abbildungen

A. Einleitung

Unsere Kenntnisse der Beziehungen zwischen Insekten und ihren Parasiten, zwischen Schädlingen und Nützlingen beschränken sich in der Regel auf die äußerlichen Phasen der Parasitierung. Wir neigen zur Annahme, sobald der Parasit seinen Wirt gefunden habe und seine Eier deponieren könne, sei weiter nichts zu erwarten als die Abtötung und Auf-

lösung des Wirtsindividuums. Dies trifft nun sicherlich nicht immer zu. Im Gegenteil beginnt mit der Eiablage oft ein außerordentlich fein differenziertes physiologisches Wechselspiel, welches erst über das weitere Schicksal der beiden Partner und über die Entwicklungsgeschwindigkeit des Parasiten entscheidet. Die Frage des Wirtekreises einer Parasitenart wird nicht allein von oekologischen Gegebenheiten und von der eierlegenden Imago bestimmt, sondern ebensosehr von den physiologischen Reaktionen zwischen den Jugendstadien des Parasiten und dem Wirtsindividuum.

Die räuberischen Schwebfliegenlarven der Gattungen *Syrphus* und *Epistrophe* eignen sich wegen ihrer Durchsichtigkeit gut zum Studium der physiologischen Wirt-Parasitbeziehungen, denn die Entwicklung der Parasiten und einige physiologische Reaktionen können laufend ohne Sektion der Wirte kontrolliert werden. In unsern Versuchen beschränkten wir uns im wesentlichen auf die Wirte *Epistrophe balteata* Deg.(polyvoltin), *Syrphus ribesii* L. (oligovoltin) und *Epistrophe bifasciata* F. (univoltin) [Abb. 1] und auf die Parasiten *Diplazon laetatorius* F., *fissorius* Grav. und *pectoratorius* Grav. (Ichneumoniden). *D. laetatorius* ist ein häufiger Parasit von *E. balteata,* die beiden letzteren finden sich in *E. bifasciata.* Ich möchte im folgenden eine knappe Zusammenfassung der schon früher veröffentlichten Befunde (SCHNEIDER 1948, 1950a, 1950b) geben (B 1, 2, C 1, 2) und daran anschließend einige neue Versuchsergebnisse folgen lassen (C 3).

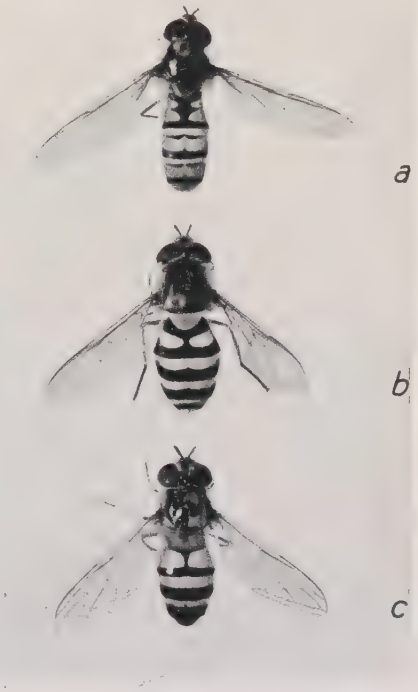


Abb. 1. Drei Schwebfliegen mit verschiedenem Entwicklungszyklus. a) *Epistrophe balteata,* b) *Syrphus ribesii,* c) *Epistrophe bifasciata.* 2×

Alle drei *Diplazon*-Arten legen ihre Eier vorzugsweise in die Junglarven ihrer Wirte, *D. laetatorius* belegt zudem auch schlüpfreife Eier. In allen Fällen wird die parasitäre Histolyse soweit hinausgeschoben, daß die Syrphidenlarve (Stadium 3) noch ihr Puparium bilden kann. Dann wird der Puppariuminhalt von der Parasitenaltlarve (Stadium 5) ausgeräumt und das starre Puparium dient *Diplazon* als Puppengehäuse, aus dem er sich beim Schlüpfen eine Öffnung nagen muß. In der Regel legt *Diplazon* nur je 1 Ei pro Wirt, im Laboratorium gelingt es jedoch oft, diese Hemmung vor Überparasitierung zu überwinden. Die mit dolchförmigen Kiefern bewaffneten Junglarven bekämpfen einander, so daß in jedem Wirt doch nur ein einziger Parasit zur Entwicklung kommt.

B. Wirkungen der Wirte auf die Parasiten

1. Haemogene Abwehrreaktion. Die Eier von *Diplazon fissorius* sind nach der Ablage speziell in fremden Wirten einer haemogenen Abwehrreaktion ausgesetzt. Blutzellen lagern sich an die Eischale, quellen und verschmelzen. In *Syrphus ribesii* bildet sich unter Auflösung der Lymphozytenkerne eine dicke, gallertige Hülle um das Parasitenei und die Embryonalentwicklung wird damit unterbunden; in *Epistrophe balteata* legt sich eine dunkelgefärbte dünnere, jedoch eher zähere Kapsel um das Ei und hindert die Junglarve rein mechanisch am Ausschlüpfen. Die Fähigkeit, Parasiteneier in nützlicher Frist einzukapseln, steigert sich mit der Größe der Wirtslarve. Im normalen Wirt *E. bifasciata* löst das Ei von *D. fissorius* kaum eine Abwehrreaktion aus.
2. Diapause und Aktivierung. Experimentell läßt sich nachweisen, daß der Entwicklungszyklus von *Diplazon fissorius* mit demjenigen seines Wirtes synchronisiert wird, weil die Junglarve des Parasiten sich erst häutet und weiterentwickelt, wenn der Wirt sein Puparium bildet. In der polyvoltinen *Epistrophe balteata* wird dieses Signal „Pupariumbildung" schon wenige Tage nach der Eiablage des Parasiten gegeben, in *Syrphus ribesii* auch nach wenigen Tagen oder erst nach Wochen, je nachdem die Syrphidenaltlarve eine Diapause einschaltet oder nicht; in *E. bifasciata* dauert die Diapause von Wirt und Parasit etwa 9—10 Monate. Der Parasit steht in enger hormonaler Koppelung mit seinem Wirt, und die Diapause sowie die Reaktivierung werden ihm vom Medium, in dem er sich aufhält, diktiert. Auch *Diplazon pectoratorius* tritt gleichzeitig mit seinem Wirt *Epistrophe bifasciata* in Diapause. Die Junglarven beider *Diplazon*-Arten besitzen eine für Wasser und verschiedene darin gelöste Stoffe (also vermutlich auch für gewisse Hormone) durchlässige Haut.

C. Wirkungen der Parasiten auf die Wirte

1. Blockierung der haemogenen Abwehrreaktion

   Die Abwehrreaktion gegen das Ei von *Diplazon fissorius* beginnt an jener Stelle, wo der Stoffaustausch zwischen Ei und Haemolymphe des Wirtes am intensivsten ist, nämlich über der Mikropyle. Sobald unter der Eischale eine Serosa gebildet worden ist, wird die Bildung homogener Kapselsubstanz in *Epistrophe balteata* und *Syrphus ribesii* gehemmt. Vom Ei gelangt eine Substanz in den Wirt, welche der Abwehrreaktion entgegenwirkt. Es ist deshalb auch nicht verwunderlich, daß eine enge Beziehung besteht zwischen Eizahl pro Wirt, Größe des Wirtes und anderseits dem Parasitierungserfolg. Je kleiner die Syrphidenlarve im Moment der Eiablage ist und je mehr Eier (Hemmstoffquanten) in den Wirt gelangen, desto früher und erfolgreicher kann die haemogene Abwehrreaktion unterbunden werden. Ähnliche Beziehungen bestehen für *Diplazon laetatorius* im normalen Wirt *Epistrophe balteata*.

2. Blockierung der Verpuppung des Wirtes durch *Diplazon fissorius* und *D. pectoratorius*

   Die Schlußphase der Einwirkung des Parasiten auf den Wirt bildet die vollständige parasitäre Histolyse und die Aufnahme des verflüssigten

Puparuminhaltes durch die *Diplazon*-Altlarve. In allen bisher untersuchten Fällen erfolgt sie erst nach der Puparumbildung, jedoch noch vor der Verpuppung i. e. S. des Wirtes. Uns interessiert nun speziell die Art und Weise, wie der Parasit die Bildung der Fliegenpuppe unterbindet, ohne die unmittelbar vorausgehende Puparumbildung zu gefährden. Es scheint hier ein ziemlich präziser und artspezifischer Wirkungsmechanismus vorzuliegen. Wie wir gesehen haben, wird die Junglarve von *Diplazon fissorius* in der Regel erst im Moment der Puparumbildung mobilisiert und beginnt erst jetzt mit der Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion. Sie windet sich in den Bereich des Gehirns und der Imaginalanlagen und bewirkt einen brutalen Entwicklungsunterbruch der embryonalen Gewebe. Auch die Häutung des Wirtes im Puparium wird blockiert. Die toxische Wirkung des Speichels der mobilisierten Junglarve offenbart sich auch in einer anderen Situation. Nicht selten gelingt es dem Parasiten trotz der haemogenen Abwehrreaktion von *Epistrophe balteata* zu schlüpfen, wobei allerdings der Kopf in der Eikapsel hängen bleibt (Maulkorblarven). Der eingeklemmte Parasit kann sich nicht häuten und auch die parasitäre Histolyse nicht einleiten. Doch geht der Wirt im Puppenstadium zugrunde, sobald der „Maulkorb" nicht dicht sitzt und der Parasit etwas Nahrung aufnehmen und Speichel in die Haemolymphe seines Wirtes sezernieren kann. *Diplazon fissorius* erreicht demnach sein Ziel, indem die Junglarve sehr sensibel auf das Signal „Puparumbildung" reagiert und danach sofort die wachsenden embryonalen Gewebe im Puparium mit seinem Speichel vergiftet.

Die Junglarve von *Diplazon pectoratorius* beginnt schon während der Larvenentwicklung und Diapause ihres Wirtes *Epistrophe bifasciata* mit der Nahrungsaufnahme und Speichelabsonderung. Der Speichel hemmt das Wachstum von Gehirn und Imaginalanlagen. Wirt und Parasit treten zusammen in eine monatelange Diapause. Der Eingriff des Parasiten hat der Syrphidenlarve offenbar die hormonale Autonomie weitgehend geraubt und sie kann von sich aus nicht einmal mehr ein Puparium bilden. Die herbstliche Abkühlung mobilisiert schließlich die *Diplazon*-Larve, sie häutet sich und liefert gleichzeitig den hormonalen Anstoß zur Puparumbildung und Häutung des Wirtes. Kürzlich begonnene Versuche deuten darauf hin, daß das „Häutungshormon" durch die sehr durchlässige Haut des Parasiten dringt. Die Tatsache, daß *Diplazon pectoratorius* die Puparumbildung und Häutung von *Epistrophe bifasciata* bewirkt, läßt sich leicht im Schnürungsversuch nachweisen. Die Imaginalanlagen sind jedoch derart verkümmert, daß eine Metamorphose zum voraus völlig ausgeschlossen ist.

3. Toxische Schädigung der Imaginalanlagen von *Epistrophe balteata* durch *Diplazon laetatorius*

a) Normaler Parasitierungsverlauf

Diplazon laetatorius bevorzugt zur Eiablage schlüpfreife Eier oder Junglarven von *Epistrophe balteata*. Mit der Größenzunahme des Wirtes wird auch die haemogene Abwehrreaktion allmählich heftiger, so daß nur schon aus diesem Grunde eine Parasitierung des zweiten und dritten Larvenstadiums kaum mehr in Frage kommt. Der Parasit

schlüpft bei 20° C schon nach einem Tag und beginnt sofort mit der Aufnahme von flüssiger Nahrung. Kurz vor oder im Moment der Puppariumbildung des Wirtes häutet sich der Parasit zum ersten Mal und es folgen vermutlich wie bei *Diplazon fissorius* drei intermediäre Larvenstadien und schließlich das Altlarvenstadium (5. Larvenstadium). Schon nach der ersten Häutung beginnt sich unter der Wirkung des Parasitenspeichels der Puppariuminhalt zu verflüssigen (parasitäre Histolyse) und kann bei 21° C schon in 1½ bis 2 Tagen vom Parasiten aufgenommen werden.

Der Wirt erleidet anfänglich, d. h. im Verlaufe des Wachstums der Parasitenjunglarve, nur einen ganz geringfügigen Blutverlust. Wie der folgende Versuch zeigt, sezerniert der Parasit jedoch schon während der Larvenentwicklung seines Wirtes Toxine, welche die Entwicklung der Imaginalanlagen auffällig hemmen.

Im Laboratorium wurden 36 eintägige *balteata*-Larven mit je einem *laetatorius*-Ei belegt. Nach Fütterung der Wirte mit Kartoffelblattläusen *(Rhopalosiphoninus latysiphon)* bei etwa 21° C hatten die *balteata*-Larven ihr Wachstum bereits nach 6 Tagen abgeschlossen und den Darm definitiv entleert. Die Sektion von 2 frischen Puparien ergab folgende Masse für Gehirn und Augenanlagen (mm): Gehirnbreite 1,2/1,2, Gehirnhöhe 0,65/0,75, Augenhöhe 0,45/0,65.

Nach 7 Tagen sezierten wir 5 weitere, eben gebildete Puparien und eine vor der Puppariumbildung stehende Altlarve (*):

Parasit		Wirt		
Stadium	Größe	Gehirnbreite	Gehirnhöhe	Augenhöhe
intermediär	4,8 × 0,9	1,2	0,7	0,55
"	4,7 × 1,0	1,2	0,65	0,5
"	4,5 × 1,0	1,15	0,7	0,5
"	4,9 × 1,0	1,05	0,65	0,5
"	4,5 × 1,0	1,1	0,67	0,42
* Junglarve	4,4 × 0,65	1,1	0,6	0,4

In einer weiteren Altlarve war der Parasit mit dem Kopf in der Eikapsel stecken geblieben; er lebte noch, obwohl er weder Nahrung aufnehmen noch Speichel sezernieren konnte. Parasit: Junglarve ca. 1 × 0,25, Wirt: Gehirnbreite 1,2, Gehirnhöhe 0,75, Augenhöhe 0,8.

Nicht parasitierte Wirte gleicher Abstammung und gleichen Alters zeigten unmittelbar vor der Puppariumbildung folgende Maße:

Gehirnbreite	Gehirnhöhe	Augenhöhe
1,15	0,75	0,9
1,15	0,7	0,85
1,1	0,7	0,85
1,1	0,65	0,85
1,05	0,65	0,82

Aus diesen Messungen geht hervor, daß zur Zeit der Puppariumbildung die Gehirngröße parasitierter und normaler *balteata*-Larven identisch ist. Die Augenanlagen parasitierter Larven sind jedoch bedeutend kleiner als bei normalen, was in Abbildung 2 besonders deutlich wird.

Einen entsprechenden Wachstumsrückstand zeigen die Anlagen der Fühler, Beine und Flügel. Der Speichel der *laetatorius*-Junglarve wirkt demnach selektiv wachstumshemmend auf die Imaginalanlagen unter

weitgehender Verschonung des Gehirns. Dieser Befund wurde auch in anderen Versuchen bestätigt. Die Hypodermis des Wirtes löst sich später vom Puparium ab, ohne eine neue solide Chitinlamelle zu bilden. Der Häutungsvorgang ist gestört, auch die Ausstülpung des Kopfes und der verkümmerten Extremitätenanlagen unterbleibt. Der Wirt stirbt und wird von den sich in rascher Folge häutenden Intermediärlarven und von der Altlarve aufgelöst, ohne sich verpuppt zu haben.

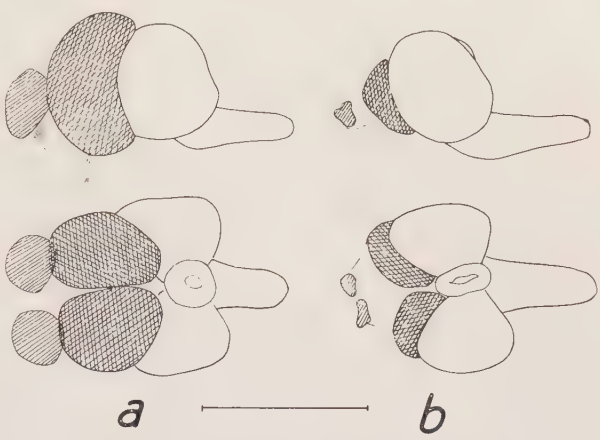


Abb. 2. Bauchmark, Gehirn und Augenanlagen (doppelt schraffiert) von *Epistrophe balteata* im Moment der Pupariumbildung. a) normal, b) von *Diplazon laetatorius* parasitiert; oben Seitenansicht, unten Ansicht von oben (in der Mitte Ringdrüse). Maßstab 1 mm

b) Verhalten des Wirtes bei frühzeitiger Ausschaltung des Parasiten

In verschiedenen Versuchen töteten wir die Junglarven von *Diplazon laetatorius* lange vor Beginn der parasitären Histolyse, um das weitere Verhalten der Wirte mit ihren verkümmerten Imaginalanlagen zu verfolgen. Die *balteata*-Larven wurden zu diesem Zweck mit einem Tropfen Wasser auf einen Objektträger gelegt und mit einem feinen Drahtgitter leicht auf die Unterlage gepreßt. Damit ließ sich auch die sehr bewegliche Parasitenlarve im Innern des Wirtes fixieren und durch Druck mit einem feinen Glasstift tödlich verletzen, ohne den Wirt selbst zu schädigen.

In einer ersten Versuchsserie wurden 17 eintägige *balteata*-Larven mit je einem *laetatorius*-Ei belegt. Nach 4 Tagen hatten die Wirte annähernd ihre definitive Größe erreicht, den Darm jedoch noch nicht entleert. In diesem Moment wurden die Parasiten (durchwegs Junglarven ohne Anzeichen einer Häutung) abgetötet. Beispiel: Wirt 11 × 2,6 mm, Gehirn breit 1,05, hoch 0,6, Augen hoch 0,55; Parasit 3 × 0,37 mm. Nicht parasitierte Kontrolltiere 12 × 3,1 mm, Gehirn breit 1,25, hoch 0,7, Augen hoch 1,0.

2 Tage nach der Abtötung der Parasiten bildeten 3 Wirte normale Puparien, nach 3 Tagen bereits die Hälfte und nach 6 Tagen blieb eine einzige Altlarve übrig. Nicht parasitierte Kontrolltiere bildeten 1—2 Tage früher ihre Puparien.

Am 6. Tag öffneten wir sorgfältig ein Puparium: Der Wirt hat sich gehäutet und sucht durch lebhafte Kontraktionen des Abdomens Kopf und Extremitäten auszustülpen, was ihm nur halbwegs gelingt. Schließlich reißt die Haut auf der linken Seite zwischen Kopf und

Thorax, und der orangerote larvale Darm und Teile des Fettkörpers werden zusammen mit Blut ins Puparium ausgepreßt. Die Sektion der übrigen Puparien ergibt überall dasselbe Bild. Die weißen Puppen mit verkümmertem Kopf und Extremitäten liegen geschrumpft und verblutet im Puparium. Die Wundstellen befinden sich längs der Grenzlinie Kopf—Prothorax oder auf dem Pro- oder Mesothorax; kein einziger Wirt überlebt die Verpuppungsphase.

Trotz des parasitären Entwicklungsrückstandes der Imaginalanlagen bildet der Wirt ein Puparium, häutet sich im Innern und versucht sich sogar zu verpuppen. Die schweren Defekte können jedoch nicht behoben werden und in der kritischen Phase der Verpuppung, wenn die einzelnen Bausteine der Imago harmonisch aneinandergefügt werden sollten, zerreißt und verblutet der noch zarthäutige Körper.

Es lag nun nahe, in einer weiteren Versuchsreihe die Abtötung der Parasiten früher anzusetzen, um die Schädigungen des Wirtes zu mildern. Es wurden schlüpfreife Eier von *Epistrophe balteata* mit *laetatorius*-Eiern belegt. In einer bei 21° C gehaltenen Kontrollserie häuteten sich die Parasiten nach 9 Tagen, unmittelbar vor der Pupariumbildung. In einer ersten Versuchsgruppe A von 3 *balteata*-Larven wurden unmittelbar nach der zweiten Häutung am 4. Tag (5 Tage vor der Häutung des Parasiten) die kleinen *laetatorius*-Junglarven (2,2 × 0,25 mm) abgetötet. Eine *balteata*-Larve zeigte in diesem Moment folgende Maße: Gehirn breit 0,57, hoch 0,3, Augen hoch 0,31. Die zweite Gruppe B von 7 *balteata*-Larven behandelten wir 18 Stunden später (etwa 4 Tage vor der Häutung des Parasiten) in gleicher Weise. Die Parasiten waren in diesem Moment beispielsweise 2,1×0,35 mm groß, die Wirte — halbgroße Drittlarven — zeigten folgenden Entwicklungszustand: Gehirn breit 0,75, hoch 0,36, Augen hoch 0,5.

Sämtliche Individuen der Reihe B bildeten äußerlich normale Puparien, häuteten sich und versuchten sich zu verpuppen. Der Kopf konnte oft beinahe vollständig ausgestülpt werden, während die Beine, Flügel, Fühler höchstens kümmerliche Anhänge bildeten. Alle „Puppen" rissen wieder auf und verbluteten. Die Wunden lagen meist am Kopf (Stirne, innerer Augenrand), oder an der Basis der verkümmerten Flügel und Beine (Abb. 6 a).

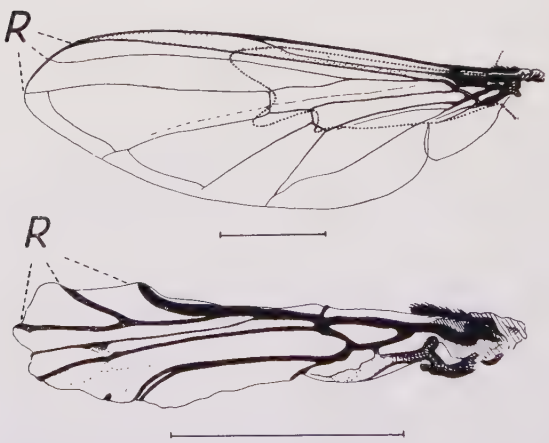


Abb. 3. Flügel von ***Epistrophe balteata***; oben normal, unten verkümmert infolge kurzfristiger Einwirkung der Junglarve von ***Diplazon laetatorius*** auf die Imaginalanlagen. R = Radius; die punktierte Linie auf dem normalen Flügel gibt den ungefähren Umfang der Flügelreduktion an. Maßstäbe 2 mm

Die Reihe A bildete Puparien und verpuppte sich. Nach 18 Tagen schlüpften zusammen mit nichtparasitierten Kontrollen zwei weibliche lebensfähige Fliegen mit Stummelflügeln und anderen kleinen Defekten, die im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Fliege 1: Linke Seite des ersten Abdominalsegmentes deformiert und eingerollt; auf der linken Seite des 5. Segmentes fehlt die Behaarung, und der dreieckige schwarze Mittelfleck ist asymmetrisch verbreitert. Halteren besonders auf der rechten Seite rudimentär. Beidseitig Stummelflügel (Abb. 3). Der Costalrand, die Analregion, die Queradern zwischen Radius-Media und Media-Cubitus sowie die daran anschließende distale Flügelspreite fehlen symmetrisch auf beiden Seiten. Fliege 2: Gesichtshöcker asymmetrisch, linker Ocellus nach vorn verschoben und mit dem mittleren verschmolzen (Abb. 4a). Linke Haltere verkümmert, annähernd symmetrische Flügelreduktion wie oben.

Die Stummelflüglichkeit ist in beiden Individuen sehr auffällig. Sie kann damit zusammenhängen, daß die Flügelanlagen a priori gegen die Toxine des Parasitenspeichels empfindlicher sind als die Anlagen der Beine, des Kopfes und seiner Anhänge, oder die Vergiftung fällt mit einer sensiblen Phase der Flügelentwicklung zusammen. Die geschädigten Fliegen erinnern an stummelflüglige Mutanten von *Drosophila* mit dem Unterschied, daß die Defekte nicht auf Genänderungen zurückzuführen sind (Phaenokopien).

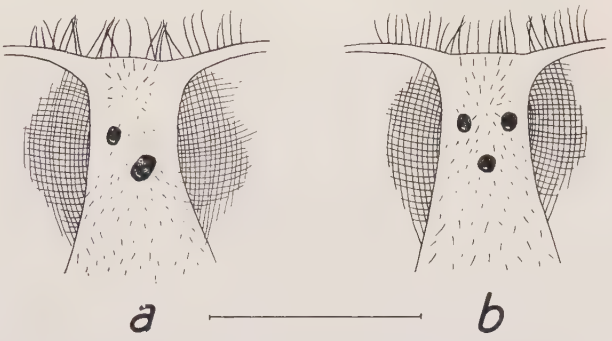


Abb. 4. Stirne von ***Epistrophe balteata*** mit Ocellen. a) experimentell erzeugte, parasitäre Ocellenverschmelzung, b) normale Anordnung. Maßstab 1 mm

c) Mikroskopische Untersuchung der normalen und durch die Sekrete des Parasiten geschädigten Imaginalanlagen

Die weiter oben (3a) tabellarisch und in Abbildung 2 bildlich dargestellte schwere Hemmung des Wachstums der Augenanlagen von *Epistrophe balteata* deutet auf eine antimitotische Wirkung des Parasitenspeichels hin. Wenn wir Augenanlagen und Gehirn normaler und parasitierter Individuen im Moment der Puppariumbildung mikroskopisch untersuchen, so ergeben sich tatsächlich charakteristische zytologische Unterschiede. In normalen Tieren sind in den Ganglienregionen des Gehirns und in den Augenanlagen (Abb. 5a) zahlreiche Kernteilungen in den verschiedensten Phasen feststellbar. Vor allem sind Teilungsfiguren der Meta- und Anaphase recht häufig, das imaginale Gewebe wächst intensiv. In parasitierten Individuen zeigen sich stellenweise schwere Störungen. In den vorderen dünnen Lamellen der Augenanlagen sind die Zellen wohl intakt, doch fehlt hier jede Spur von Teilungsvorgängen. Die hintere dickere Schicht der Augenanlagen, welche dem Gehirn direkt aufliegt, fällt auf durch eine nesterweise gesteigerte Affinität zu Haematoxylin. Die Nucleoli sind hier oft auffällig vergrößert und es hat sich Chromatin in groben Brocken oder

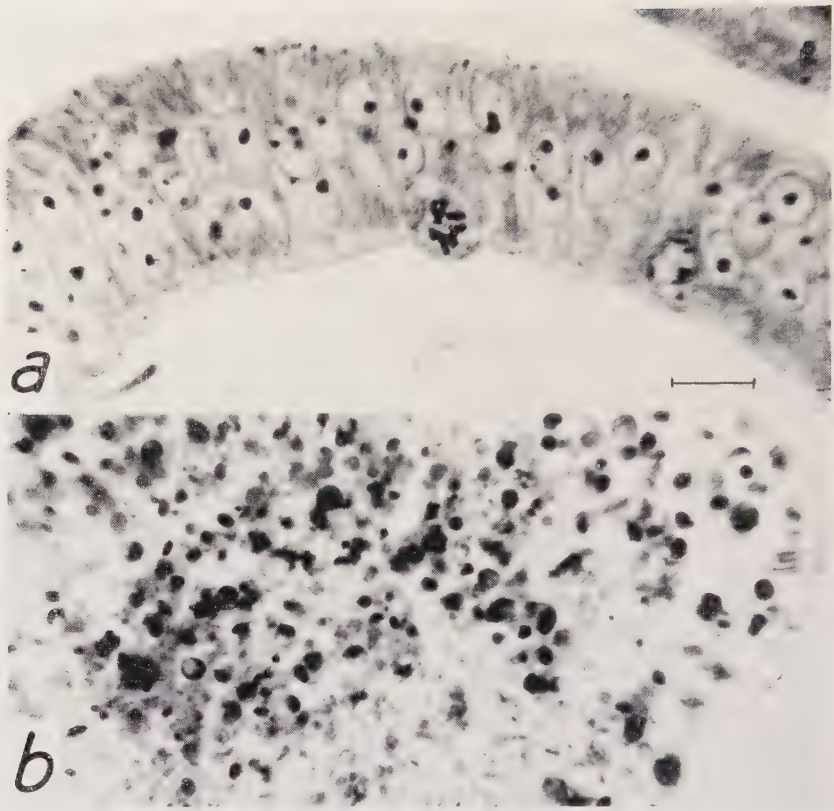


Abb. 5. Schnittbilder durch Augenanlagen von *Epistrophe balteata* im Zeitpunkt der Puparium-bildung. a) nicht parasitiert, normale Gewebe mit Mitosen, b) Blockierung der Mitosen und fort-geschrittene Kernschädigungen in einem parasitierten Individuum. Maßstab 0,01 mm

schalenförmig an sie angelagert. Kernteilungsfiguren fehlen auch hier. Was pathologisch anmutet ist weniger das Auftreten dieser klumpigen Chromatinansammlungen, welche sehr sporadisch auch in normalen Individuen vorkommen, als die enorme Häufung dieser Phase unter Wegfall jeder Chromosomendifferenzierung. Man könnte das Bild (Abb. 5b) so deuten, daß die Kerne in die erste Etappe der Prophase getreten und unter der Wirkung des antimitotischen Speichels des Parasiten darin stecken geblieben sind. Vermutlich sind hier nicht mehr alle Zellen entwicklungsfähig.

Auch im Gehirn, das bis zum Moment der Puparium bildung scheinbar normal gewachsen ist, sind nun Unterschiede gegenüber dem Normalfall sichtbar. Wohl erscheinen in manchen Zellen Chromosomen, doch ist die Mitose auch hier meist in der Prophase steckengeblieben. Die Chromosomen sind oft kurz und bilden unregelmäßige Knäuel. Zur genauen Abklärung der Wirkung des Parasitenspeichels auf die Mitose werden noch systematische Untersuchungen an einem umfangreichen Material nötig sein. Doch läßt die bisherige, vorläufige Orientierung vermuten, daß das antimitotische Toxin je nach Konzentration bzw.

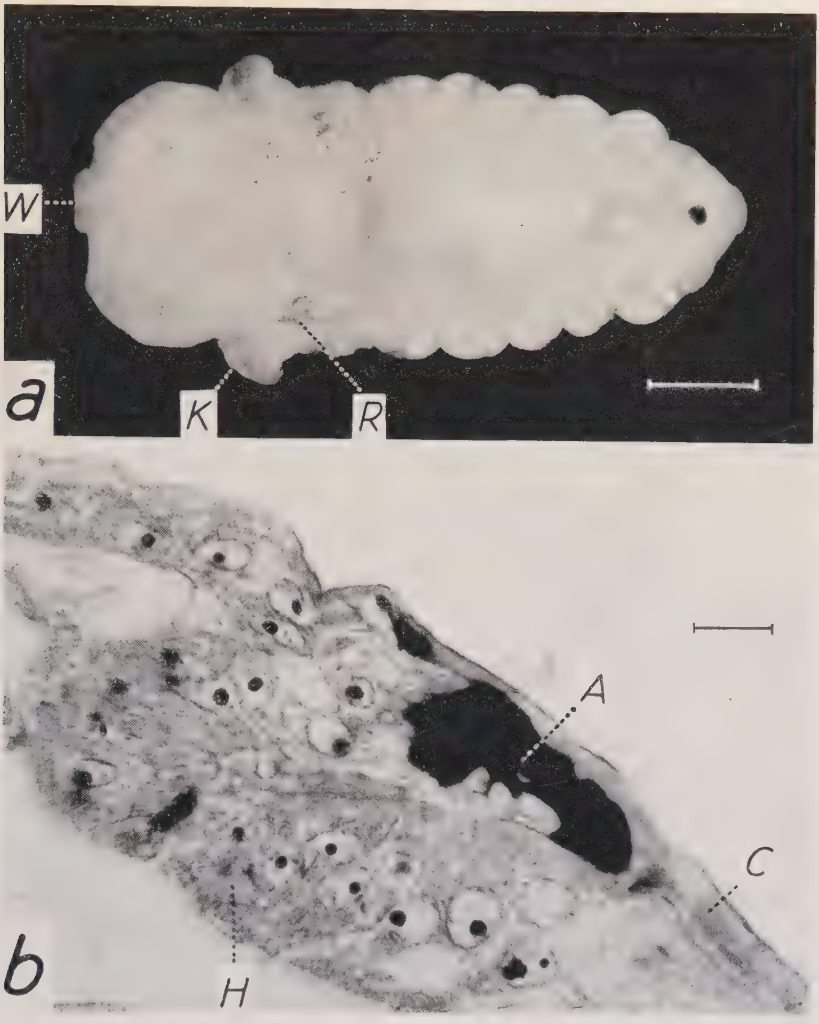


Abb.6. Puppe von *Epistrophe balteata* mit parasitären Defekten. a) Ventralansicht; die Flügel (K) und Beine konnten nicht normal ausgestülpt werden, die Haut ist in der Stirnregion aufgerissen (W) und die Puppe verblutete im Puparium; R = Falten mit melanisierten Zerfallsprodukten geschädigter Zellen der Imaginalanlagen. Maßstab 1 mm. b) Querschnitt durch eine Hautfalte mit nekrotischem Herd (A); C=Chitinlamelle, H=Gefaltete und verklebte Hypodermis. Maßst. 0,01 mm

Exposition der Zellen und Empfindlichkeit der Gewebe eine Kernteilung vollständig oder in einem früheren oder späteren Stadium der Prophase unterdrückt.

Aufschlußreich ist auch eine nähere Untersuchung der verkümmerten Puppen (Abb. 6a), welche erhalten wurden, indem man den Parasiten 1 Tag nach der 2. Häutung des Wirtes (Versuchsreihe B, Abschnitt 3b) abtötete. An der Basis der verkümmerten Beine und Flügel finden sich feine dunkle Linien auf dem weißen Puppenkörper, Ansammlungen von melanisiertem Material aus abgetöteten Zellen der Imaginalanlagen. Abbildung 6b gibt einen Querschnitt durch ein solches Depot

von nekrotischem Material (dunkle Massen) in einer Falte der Hypodermis an der Kopfbasis wieder. Die Hypodermis ist hier verklebt und kann sich nicht mehr entfalten, um so mehr als sich über der Wundstelle schon vor der Ausstülpung der ganzen Kopfpartie eine zusammenhängende Chitinlamelle gebildet hat. Die Hypodermiszellen der Falte sind damit in die Tiefe verlagert und können sich am Aufbau der Körperwand nicht beteiligen. Solche Nekrosen, oft kombiniert mit Hypodermisverklebungen, finden sich nun an verschiedenen Körperstellen, vorwiegend am Kopf und Thorax. Das melanisierte Material kann in den Hypodermisfalten, zwischen den Hypodermiszellen oder unter der Hypodermis liegen. Damit wird auch die Entstehung der Kümmerpuppen und der imaginalen Defekte verständlich. Der antimitotische Speichel von *Diplazon laetatorius* hemmt nicht nur die Zellteilung in den Imaginalanlagen, sondern das embryonale Gewebe wird nesterweise auch tödlich geschädigt, und infolge von Verwachsungen und Verklebungen von Hypodermisfalten kann die Ausstülpung einzelner Kopfregionen, der Flügel und der Beine sowie anderer Partien des Puppenkörpers überhaupt unterbunden werden.

Unsere Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Puppariumbildung von *Epistrophe balteata* trotz Parasitierung durch *Diplazon laetatorius* autonom erfolgt und nicht wie im Fall *Epistrophe bifasciata-Diplazon pectoratorius* durch Sekrete des Parasiten ausgelöst wird. Für diese Annahme spricht der Umstand, daß der Parasit 2, 4 oder 5 Tage vor seiner Häutung im Wirt abgetötet werden kann, die Puppariumbildung jedoch trotzdem rechtzeitig und normal verläuft. Auch ein orientierender Abschnürungsversuch lieferte keinen Beweis für eine parasitäre Puppariumbildung. Trotz der schweren Verkümmerung der Imaginalanlagen scheint das an der Puppariumbildung und Häutung beteiligte Hormonsystem des Wirtes funktionsfähig zu bleiben, weil der Gehirn-Ringdrüsenkomplex offenbar keine wesentlichen Schädigungen erleidet.

4. Vergleich des Verhaltens von *Diplazon pectoratorius, laetatorius* und *fissorius*

Die 3 bisher untersuchten Syrphidenparasiten zeigen folgende gemeinsame Züge im Verhalten ihren Wirten gegenüber: Die Abtötung und parasitäre Histolyse wird soweit hinausgeschoben, daß der Wirt noch ein Puparium bilden kann. Anderseits wird die Ausstülpung der Imaginalorgane, d. h. die Verpuppung im engeren Sinne stets durch wachstumshemmende Toxine der Junglarve unterbunden, oft lange bevor die parasitäre Histolyse einsetzt. Das starre Puparium dient dem Parasiten als Puppenkammer. Es ist ferner anzunehmen, daß eine Histolyse und Resorption des Puppariuminhaltes nach vollkommener Ausstülpung der Beine, Flügelscheiden und Anhänge des Kopfes schwieriger ist, als wenn die Proteine noch in leicht zugänglicher Form im Fettkörper deponiert sind. Bei *E. balteata* dauert die Spanne zwischen Puppariumbildung und Verpuppung im Sommer nur etwa 2 Tage und es braucht im Verhalten des Parasiten eine ziemlich hohe Präzision, wenn die beiden Ziele erreicht werden sollen.

Diplazon pectoratorius unterbindet das Wachstum von Gehirn und Imaginalanlagen und raubt damit dem Wirt seine hormonale Auto-

nomie. Im Moment seiner ersten Häutung gibt er selbst den Anstoß zur Puppariumbildung und Häutung des Wirtes. Eine Verpuppung i. e. S. der Syrphide ist unmöglich, weil die Imaginalorgane verkümmert sind.

Auch *D. laetatorius* ist schon während des Larvenwachstums seines Wirtes aktiv. Er hemmt jedoch selektiv die Entwicklung der Imaginalorgane, ohne das Gehirn und sein damit gekoppeltes hormonales System außer Funktion zu setzen. Die Puppariumbildung verläuft automatisch, ohne Zutun des Parasiten, doch ist eine Verpuppung i. e. S. auch hier infolge der Verkümmerung der Imaginalanlagen ausgeschlossen.

D. fissorius wird in der Regel erst durch die Puppariumbildung des Wirtes (oder die entsprechenden Hormone) zur Nahrungsaufnahme und Speichelsekretion angeregt. Der Parasit sucht nun die Kopfregion des Wirtes auf und blockiert mit seinem Speichel sehr brutal die bis dahin normal gewachsenen Imaginalorgane. Erst nach Beendigung dieser Prozedur häutet sich der Parasit und beginnt mit der Auflösung des Puppariuminhaltes.

So zeigen uns diese 3 Beispiele, wie die gleichen Ziele bei relativ nahe verwandten Parasiten und Wirtearten auf verschiedenen Wegen erreicht werden können.

D. Zusammenfassung

a) Schlupfwespen der Gattung *Diplazon* (Ichneumonidae) sind häufige Parasiten räuberischer Schwebfliegen.

b) Im Blut der Schwebfliegenlarven laufen die *Diplazon*-Eier Gefahr, von Blutzellen eingekapselt zu werden (haemogene Abwehrreaktion), doch sezernieren sie selbst Hemmstoffe, welche dieser Kapselbildung entgegenwirken.

c) Es besteht eine bedeutende physiologische Abhängigkeit des Parasiten vom Wirt, indem die *Diplazon*-Junglarven zusammen mit dem Wirt in Diapause treten und wieder aktiviert werden *(Diplazon fissorius)*. Die Entwicklungszyklen von Wirt und Parasit können weitgehend synchronisiert sein.

d) Bevor die parasitäre Histolyse einsetzt, sezerniert die *Diplazon*-Junglarve Toxine (Speichel) in das Blut ihres Wirtes, welche das Wachstum und die Differenzierung der Imaginalanlagen hemmen. Bei *Diplazon fissorius* erfolgt dieser Eingriff unmittelbar nach der Puppariumbildung. *D. laetatorius* schädigt schon während der Larvenentwicklung die Imaginalanlagen (antimitotische Hemmung), doch kann der Wirt noch autonom sein Puparium bilden. Die Vergiftung durch *D. pectoratorius* führt zum weitgehenden Verlust der hormonalen Autonomie des Wirtes, und die Fliegenlarve kann nur unter dem Einfluß des Parasiten ihr Puparium bilden (parasitäre Puppariumbildung und Häutung).

e) Wird die Junglarve von *Diplazon laetatorius* in *Epistrophe balteata* abgetötet, so bildet der Wirt wohl ein Puparium; er zerreißt und verblutet jedoch im Moment der Ausstülpung seiner verkümmerten Imaginalorgane.

f) Bei frühzeitiger künstlicher Ausschaltung dieses Parasiten schlüpfen Fliegen mit schweren Defekten wie Stummelflügligkeit, Verschmelzung von Ocellen usw. Eine mikroskopische Untersuchung zeigt, daß unter dem Einfluß des Speichels der Junglarve von *Diplazon laetatorius* in den Imaginalanlagen von *Epistrophe balteata* nesterweise Nekrosen auftreten, die zu völligem Zellzerfall führen. Die Defekte der Imagines sind wohl ein Abbild solcher Nekrosen und eine Folge der nur noch beschränkten Regenerationsfähigkeit der Imaginalanlagen in diesem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium.

Literatur

SCHNEIDER, F., 1948. Beitrag zur Kenntnis der Generationsverhältnisse und Diapause räuberischer Schwebfliegen (Syrphidae, Dipt.) Mitteil. Schweiz. Ent. Ges. *21*, 249—285.

— — 1950a. Die Abwehrreaktion des Insektenblutes und ihre Beeinflussung durch die Parasiten. Vierteljahrsschr. d. Naturforsch. Ges. Zürich, *95*, 22—44.

— — 1950b. Die Entwicklung des Syrphidenparasiten *Diplazon fissorius* Grav. (Hym. Ichneum.) in uni-, oligo- und polyvoltinen Wirten und sein Verhalten bei parasitärer Aktivierung der Diapauselarven durch *Diplazon pectoratorius* Grav. Mitteil. Schweiz. Ent. Ges. *23*, 155—194.

Temperatur und Feuchtigkeit als Faktoren der Lebensdauer überwinternder Larven des Zünslers *Pyrausta nubilalis* Hübn. und Thigmotaxis, Phototaxis und Hygrophilie als ökologische Faktoren

Von

K. TH. ANDERSEN

Mit 3 Abbildungen

Bei meinen Untersuchungen über den Zünsler *Pyrausta nubilalis* Hübn. als Hopfenschädling stellte sich bald heraus, daß die Entwicklungsstufe, auf der man diesem Schädling am einfachsten und wirkungsvollsten beikommen kann, die der erwachsenen Raupen ist. Die Larven bohren sich vom 2. Stadium ab in die Hopfenrebenstengel ein, wachsen darin heran und verbleiben normalerweise den ganzen Winter über in den Stengeln, um sich im nächsten Frühjahr auch darin zu verpuppen. In warmen Sommern sind die Larven des Zünslers bis zur Hopfenernte bis zu Fünfhäutern herangewachsen, in ungünstigen erreichen sie ihre endgültige Größe erst nach der Ernte, wenn die abgeschnittenen Hopfenreben auf den Feldern liegen. Man kann nun die Raupen am einfachsten dadurch vernichten, daß man die Reben samt den darin befindlichen Larven verbrennt. Mancherorts werden die Reben aber immer noch als Streu in Stallungen benützt oder als organischer Dünger in den Boden gepflügt, manchmal auch im nächsten Jahr zum Binden von Garben usw. verwendet oder zur Fasergewinnung verarbeitet, wobei sie dann vielfach bis zum nächsten Jahr im Freien liegen

bleiben. In allen diesen Fällen überwintern die *Pyrausta nubilalis*-Larven in den Reben. Selbst dort, wo alle Reben im Herbst verbrannt werden, werden damit nicht alle Zünsler-Raupen vernichtet, denn beim Abstreifen der Reben vom Draht, an dem diese emporranken und der im nächsten Jahr wieder verwendet wird, fallen durch die vielfachen Knickungen der verholzten Rebenstengel und das dadurch bedingte Aufreißen namentlich von den Bohrlöchern der Larven aus, viele Raupen aus den Stengeln. Diese entgehen dann beim Verbrennen der Reben dem Flammentod und überwintern in Verstecken in und am Boden. So waren z. B. in einem Fall in 7 Reben, die 18 Bohrlöcher aufwiesen, was einem Befall von mindestens 18 Raupen entspricht, nach dem Drahtausziehen nur mehr 11 Raupen enthalten.

In diesem Zusammenhang ist die Frage von Wichtigkeit und Interesse, welche Faktoren das Leben der erwachsenen und überwinternden Raupen beherrschen, inwieweit insbesondere Temperatur und Luftfeuchtigkeit die Lebensdauer beschränken. Da die älteren und namentlich die ausgewachsenen und überwinternden Raupen in den Hopfenrebenstengeln und anderen Verstecken leben, interessiert vor allem auch die Frage nach den Faktoren, die die Tiere zu dieser verborgenen Lebensweise führen.

Neben den umfangreichen statistischen Untersuchungen über die Verbreitung und das zahlenmäßige Vorkommen des Hopfenzünslers, die an anderer Stelle (s. Schriftenverzeichnis) schon veröffentlicht sind, untersuchte ich daher auch die Abhängigkeit der Lebensdauer überwinternder *Pyrausta nubilalis*-Raupen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit und ihr thigmotaktisches, phototaktisches und hygrophiles Verhalten. Die Untersuchungen wurden großenteils noch während des Krieges im Institut für angewandte Zoologie der Forstlichen Versuchsanstalt an der Universität München durchgeführt, wo mir Herr Geheimrat Escherich — Herr Professor Zwölfer war zum Heeresdienst eingezogen — liebenswürdigerweise eine Arbeitsmöglichkeit gegeben hatte. Es freut mich, daß ich Herrn Geheimrat Escherich meinen Dank in Gestalt dieses Beitrages zur Festschrift zu seinem 80. Geburtstag abstatten kann.

1. Abhängigkeit der Lebensdauer der erwachsenen Larven von der Luftfeuchtigkeit und der Temperatur

Um die Widerstandsfähigkeit der erwachsenen, überwinternden Raupen von *Pyrausta nubilalis* gegen Feuchtigkeit und Temperatur zu prüfen, wurden im Januar die Larven aus ihren Winterverstecken in den Hopfenrebenstengeln herausgenommen und in Glasgefäße (Zwölfer-Schalen) gebracht, in denen die Luftfeuchtigkeit durch angefeuchtete Salze auf einer bestimmten Höhe und konstant gehalten wurde. Die Raupen befanden sich so in 17 % (über LiCl), 33—35 % (über $CaCl_2$), 51—58 % (über $Ca(NO_3)_2$), 73—77 % (über NaCl) und 86 % (über KCl) rel. Luftfeuchtigkeit. Die Schalen standen in Abteilungen des Serienthermostaten mit den Temperaturen 0,4—3,7 °C, 10—15,5 °, 16—21,5 ° und 25—29 °. Die Raupen kriechen zunächst umher, bei höherer Temperatur lebhafter als bei niedriger und kommen aber bald zwischen Gazeboden und Glasrand, bzw. Glasdeckel und Glasrand des Einsatzes zur Ruhe. Sie umgeben sich mit einem dünnen, weiß-seidigen Gespinst, besonders in den Gefäßen mit niedri-

ger Luftfeuchtigkeit. Die Larven in höheren Temperaturen und größerer Luftfeuchtigkeit, die länger als 4 Monate lebten, kamen zur Verpuppung, bzw. zum Schlüpfen (s. Tabelle).

Lebensdauer der *Pyrausta nubilalis*-Larven in verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Rel. Luftfeuchtigkeit	0,4—3,7° kürzeste	0,4—3,7° längste	0,4—3,7° mittlere	Rel. Luftfeuchtigkeit	10—15,5° kürzeste	10—15,5° längste	10—15,5° mittlere	Rel. Luftfeuchtigkeit	16—21,5° kürzeste	16—21,5° längste	16—21,5° mittlere	Rel. Luftfeuchtigkeit	25—29° kürzeste	25—29° längste	25—29° mittlere
17%	36	67	49	17%	14	69	34	17%	27	63	41	17%	41	62	49
35%	63	104	90	34%	10	133	69	33%	31	128	84	33%	48	65	52
58%	67	137	96	52%	65	102	85	52%	62	191	111	51%	2	94	49
77%	71	162	109	76%	68	150	114	75%	85	130	105*	73%	34	113	68*
86%	72	181	139	86%	93	174	144	86%	65	160	125*	86%	71	140	116*

* Verpuppung und Schlüpfen der Schmetterlinge.

Das Ergebnis der Versuche ist in der Tabelle zusammengestellt und im Kurvenbild (Abb. 1) wiedergegeben. Daraus können folgende Schlüsse gezogen werden:

1. In sehr trockener Luft (17 % rel. L.-F.) ist die Lebensdauer bei allen Temperaturen am kürzesten. Nachdem die längste bei allen Temperaturen nur von 62 bis 69 Tagen schwankt und die mittlere von 34 bis 49 Tagen und zudem die Lebensdauer 49 Tage bei der niedrigsten und auch der höchsten beträgt, ist praktisch die Temperatur innerhalb des Normalen bei sehr geringer Luftfeuchtigkeit ohne Einfluß auf die Lebensdauer.
2. In sehr feuchter Luft (86 % rel. L.-F.) ist die Lebensdauer bei allen Temperaturen wesentlich länger, durchschnittlich dreimal so lang wie in sehr trockener (17 % rel. L.-F.). Zwar wirken höhere Temperaturen hier mit 125 bzw. 116 Tagen mittlerer Lebensdauer und 160 und 140 Tagen längster etwas lebensverkürzend gegenüber niedrigeren Temperaturen mit 139 und 144 Tagen mittlerer und 181 bzw. 174 längster Lebensdauer. Trotzdem liegen die Werte für die Lebensdauer bei allen Wärmegraden im Verhältnis so nahe beisammen (139 Tage mittlerer Lebensdauer bei tiefster Temperatur und 116 Tage bei höchster), daß praktisch wieder die Luft-

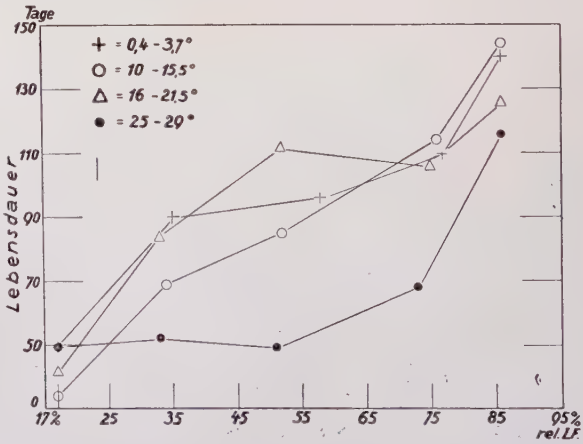


Abb. 1. Abhängigkeit der Lebensdauer der *Pyrausta nubilalis* Larven von Temperatur und Luftfeuchtigkeit

feuchtigkeit als der alleinige lebensdauerbestimmende Faktor sich herausstellt.

3. Nur bei mittleren Feuchtigkeitsgraden machen sich höhere Temperaturen stärker lebensverkürzend bemerkbar. So beträgt die mittlere Lebensdauer bei 25—29° und 58% rel. L.-F. 49 Tage gegenüber 96, 85 und 111 Tagen bei den niedrigeren Temperaturen.

4. In den Schalen mit $CaCl_2$ und LiCl (also mit weniger als 35 % rel. L.-F.) liegen die Raupen in ein dünnes, weißes Gespinst eingehüllt in der Kerbe zwischen Glasdeckel und Glasring (s. Abb. 2), in den Schalen mit den Salzen, die höhere Feuchtigkeitsgrade erzeugen, dagegen am Gazeboden, meist ohne eingesponnen zu sein, in der Kerbe zwischen Boden und Glasring. Sie wenden sich also jeweils der höheren Luftfeuchtigkeit zu, das ist im ersteren Fall der obere Raum der Schalen, wo die feuchtere Außenluft eindringt, im zweiten Fall der untere Raum, da hier die feuchtere Luft vom Salzraum aufsteigt. Die Larven sind demnach ausgesprochen hygrophil und reagieren hygrotaktisch sehr empfindlich.

2. Thigmotaxis und Hygrophilie

Die Eilarven von *Pyrausta nubilalis* finden sich außen an den Blattstielen und Stengeln der Hopfenreben. Die älteren, von Stadium 2 an fressen Rinnen außen an den Reben, in der Kerbe, die durch die Berührung zweier Reben entsteht oder entlang dem Draht, an dem die Rebe sich hinaufwindet, wo dieser der Rebe anliegt. Mit zunehmendem Alter, namentlich die Vier-Häuter und alle ausgewachsenen, die Fünf-Häuter, findet man sie im Innern der Rebenstengel. Das läßt darauf schließen, daß mit dem zunehmenden Alter und Größerwerden die Thigmotaxis sich steigert. Daß tatsächlich die Thigmotaxis für das Sicheinbohren in die Hopfenreben und das Darinverweilen ausschlaggebend ist, zeigen folgende Beobachtungen und Versuche.

Wurden die erwachsenen Raupen zur Untersuchung der Lebensdauer bei verschiedener Feuchtigkeit der Luft in Zwölfer-Schalen gebracht, so krochen sie zunächst auf dem Gazeboden umher, bis sie schließlich in die Kerbe zwischen Deckel und Glasring oder Boden und Glasring, über den der Gazeboden gespannt war, gelangten, um hier liegen zu bleiben. Nach kurzer Zeit bot sich immer das gleiche Bild. Alle Raupen lagen am Rand der Schale, eingeschmiegt in die Kerbe zwischen Boden und Glasring oder auch, insbesondere in den Schalen mit niedriger Luftfeuchtigkeit, zwischen Glasring und Glasdeckel, wie es die Abb. 2 zeigt. Nun könnte in letzterem Falle die Ursache dazu, daß sie in der Kerbe zwischen Glasdeckel und Glasring liegen, der Umstand sein, daß hier die feuchtere Außenluft eindringt. Um die Hydrotaxis auszuschalten, wurde zur Prüfung der Thigmotaxis folgende Versuchsanordnung getroffen.

In eine Glasschale kommen Stückchen verschieden weiter Glasröhren; bei den einen sind die Kanten rund geschmolzen, bei den anderen bleiben sie scharf. Dazu werden 3 Raupen gegeben. Nach einer halben Stunde ist eine Raupe in ein Glasröhrchen gekrochen u. z. von der dem Licht zugekehrten Seite aus bis zum Ende des Röhrchens, das vom Licht abgekehrt ist. Dort

Abb. 2. *Pyrausta nubilalis*-Larven in Zwölfer-Schale mit $CaCl_2$-Salz in Kerbe zwischen Deckel und Glasring und eingesponnen (Thigmotaxis und Hygrophilie)

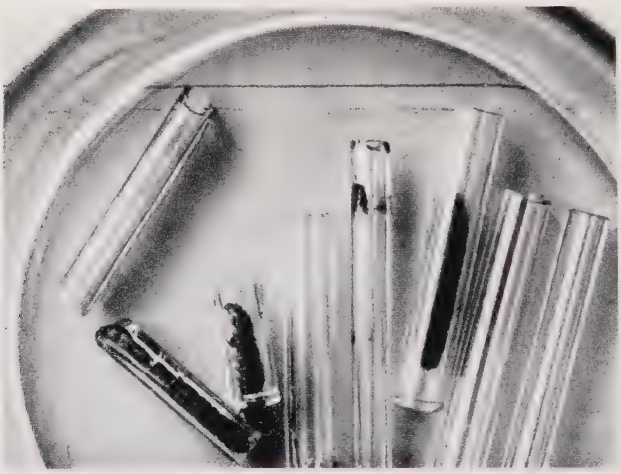


Abb. 3. *Pyrausta nubolalis*-Larven in Glasröhrchen verkrochen (Thigmotaxis)

bleibt sie ruhig liegen. Die zwei anderen suchen noch umher oder liegen eingerollt. Das Ergebnis eines anderen Versuchs in gleicher Anordnung mit drei Raupen zeigt die Abb. 3. Nach einiger Zeit stecken alle drei Larven in den Glasröhren. Die eine befindet sich in einem Glasröhrchen, dessen Kanten abgerundet sind, die beiden anderen in solchen mit scharfen, nicht rund geschmolzenen Rändern. Die beiden in den weiteren Glasröhrchen sind kürzer und dicker, sie haben sich zusammengezogen, um möglichst allseitig mit der Glaswand in Berührung zu kommen. Die dritte, in dem engen Röhrchen, ist langgestreckt, da sie offensichtlich in gestrecktem Zustand schon überall die Glaswand des Röhrchens genügend berührt. Ganz ähnlich verlaufen weitere mit der gleichen Versuchsanordnung angestellte Versuche.

Auch wenn der Versuch in sonst gleicher Weise im Dunkeln angestellt wird, zeigt er dasselbe Ergebnis. Nach einiger Zeit haben sich auch im Dunkeln die Raupen in die Glasröhrchen verkrochen und bleiben darin stecken.

Nachdem das Licht als Faktor ausgeschaltet war, beweisen die Versuche, daß die Thigmotaxis die Ursache ist, die die *Pyrausta nubilalis*-Larven veranlaßt, sich in die Reben einzubohren und darin zu verweilen.

3. Phototaxis

Durch die Beobachtung und Versuche über Thigmotaxis hat sich zwar herausgestellt, daß diese allein schon als Ursache für das Einbohren der *Pyrausta nubilalis*-Larven in die Rebenstengel und das Darinverweilen genügt. Da man aber die ausgewachsenen und namentlich die überwinternden Raupen in den Rebenstengeln immer in einiger Entfernung vom Bohrloch antrifft, oft sind sie von diesem sehr weit entfernt, manchmal am nächsten Knoten, so liegt die Vermutung nahe, daß die erwachsenen Raupen negativ phototaktisch sind. Um dies zu prüfen, wurden Versuche in der Weise angestellt, wie es nachstehende Niederschrift eines solchen Versuches angibt.

5 ausgewachsene Raupen werden in ein Reagenzglas gebracht, das zur Hälfte mit schwarzem Papier umkleidet ist. Es wird so in das Licht am Fenster gelegt, daß die Raupen sich im Hellen befinden. Sie fangen an lebhaft umherzukriechen und sind nach fünf Minuten alle im dunklen Teil des Rohres verschwunden. Nach einer Stunde sind drei Raupen im dunklen Teil, zwei sind im hellen, kommen aber da nicht zur Ruhe. Sie suchen fast ständig mit dem Vorderkörper sich aufbäumend umher. Daß die Raupen, nachdem sie zunächst alle den dunklen Teil der Röhre aufgesucht haben, dort nicht verbleiben, dürfte darin begründet sein, daß die Thigmotaxis nicht wirksam werden kann. Der thigmotaktische Reiz ist sicherlich stärker als der Lichtreiz. Nach eineinhalb Stunden klopfe ich alle Raupen in den dunklen Teil und lege das Rohr so zum Fenster, daß das verdunkelte Ende dem Licht zugekehrt ist. Die Raupen kommen in dem dunklen Teil bald zur Ruhe, sind meist lang ausgestreckt, nebeneinander liegend. Im Gegensatz dazu kommen sie, wenn man sie ins Helle bringt, nicht zur Ruhe. Sie sind entweder zusammengekrümmt oder suchen mit dem Vorderkörper umher.

Die Raupen fühlen sich also im Hellen sichtlich unbehaglich und suchen die Dunkelheit auf. Sie sind deutlich negativ phototaktisch, wenn auch die Thigmotaxis bei ihnen stärker ausgeprägt ist.

4. Wie sitzen die erwachsenen Raupen im Hopfenstengel zum Bohrloch?

Ist die Lage der ausgewachsenen Raupen im Stengel in Bezug auf das Loch, durch das sie sich eingebohrt haben, und aus dem sie, solange sie fressen, den Kot in Gestalt krümeliger Haufen heraus an die Außenfläche der Rebenstengel schieben, wahllos oder läßt sich eine bevorzugte Stellung erkennen? Die Beobachtungen ergeben folgendes:

1. Die meisten Raupen liegen oberhalb des Bohrloches. Bei einer Auszählung fanden sich z. B. 21 Raupen über und nur 4 unterhalb des Bohrloches.
2. In ihrer Lage zum Bohrloch beobachtet man folgende 3 Möglichkeiten:
   a) Körper ausgestreckt mit Kopf vom Bohrloch abgekehrt,
   b) Körper ausgestreckt und Kopf dem Bohrloch zugekehrt,
   c) Körper haarnadelförmig gekrümmt und Kopf zum Bohrloch gerichtet.

Von 42 in ihrer Stellung zum Bohrloch beobachteten Raupen befanden sich in Stellung a) 6 Stück, in Stellung b) 31 Stück und in Stellung c) 5 Stück. Es hatten also 36 von 42 Larven ihren Kopf dem Bohrloch zugekehrt, die 5 in Stellung c) waren offenbar im Begriff sich umzudrehen und dem Bohrloch mit dem Kopf sich zuzuwenden. Die Frage, ob der Reiz für das sich mit dem Vorderende dem Bohrloch Zukehren, die durch die Öffnung eindringende Frischluft oder die Helligkeit, die vom Bohrloch ausstrahlt, ist, bleibt offen. Die biologische Bedeutung dieser Stellung zum Bohrloch ist klar. Die Raupe frißt vom Loch weg, ist also zunächst mit dem Kopf von der Einbohröffnung abgekehrt. Ist sie erwachsen, dreht sie sich um, um sich in dieser Stellung später zu verpuppen, weil dann der ausschlüpfende Schmetterling ohne Schwierigkeiten durch das Bohrloch ausfliegen kann.

Schriftenverzeichnis

1. ANDERSEN, K. TH., Der Hopfen- oder Maiszünsler *(Pyrausta nubilalis* Hübn.). Untersuchungen über Biologie, Ökologie und Bekämpfungsmöglichkeiten in Hopfengärten. 1. Mitteilung Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 1942. 2. Mitt. ebenda, 1943, 3. Mitt., 1944.
2. HASE, H., Versuche u. Untersuchungen zur Epidemiologie des Maiszünslers in den Jahren 1927/28. Z. f. angew. Ent. 17, 1931.
3. ZWÖLFER, W., Bericht über die Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers (*Pyrausta nubilalis*) in Süddeutschland 1926. Arb. Biol. R. Anst., Bd. 15, 1928 u. 17, 1930.

Über karnivore Elateridenlarven und ihre Bedeutung im Pflanzenschutz

Von

K. FRIEDERICHS, Göttingen

H. EIDMANN[1]) hat Successionen westafrikanischer Holzinsekten, d. h. die Aufeinanderfolge der holzfressenden Insektenarten im Regenwald daselbst bis zu den Stadien völliger Zersetzung des Holzes hin, dargestellt. Viele verschiedene Arten lösen einander dabei ab, wobei vielfach frühere Arten die Voraussetzungen für das Auftreten der späteren schaffen. Außer den Holz- bzw. Mulmfressern leben in den Stämmen und Stümpfen auch viele andere Insektenarten, die sich als Parasiten oder Räuber von jenen ernähren. EIDMANN hat einige solche genannt, aber keine der fleischfressenden Elateridenlarven, die meinen Erfahrungen nach in vielen Arten im toten Holz in tropischen Ländern leben und über die hier einiges mitgeteilt bzw. zusammengefaßt werden soll.

Auch daselbst gibt es überall Larven von der drehrunden, schmalen, wurmförmigen Gestalt, die als „Drahtwürmer" bekannt sind und sich mindestens überwiegend vegetarisch ernähren. Als Schädlinge tropischer Pflanzkulturen sind Schnellkäferlarven mir nicht vorgekommen, auch in den mir vorliegenden Übersichten über Schädlinge auf den Sunda-Inseln nirgends

[1]) In: Mitt. d. H.-G.-Akad. d. deut. Forstwissensch., Jrg. 3, Bd. 1, 1943, S. 240—271.

erwähnt, und nur wenige solche Angaben sind mir aus anderen Tropenländern bekannt. *Simodactylus cinnamomoeus* und *Monocrepidius exsul* in Hawaii verursachen zuweilen an jungem Zuckerrohr[2]) und an den Wurzeln der Baumwolle, weniger an Mais[3]) Schaden, ferner *Monocrepidius bifoveatus* und *Heteroderes amplicollis* in Kuba an Tabaksetzlingen[4]), sonst wird nur noch von *Tetralobus flabellicornis,* dem Riesenschnellkäfer in Ostafrika, berichtet, daß er als Larve in der Wachstumsspitze der Kokospalme fresse[5]). Davon wird noch zu sprechen sein. Es liegen auch Angaben über Schädlichkeit dieser Art vor, denen gegenüber aber eine gewisse Skepsis angebracht ist. Im übrigen kann bezüglich der tropischen pflanzenfressenden Larven auf die bevorstehende Neuauflage des Handbuches der Pflanzenkrankheiten (Band 4) verwiesen werden.

Die Feststellung, daß die Larven vieler tropischer Schnellkäferlarven ausschließlich Fleischfresser sind und teils unter Rinde, teils im Mulm ihrer Nahrung nachgehen, machte ich während einer Studienreise, die ich 1913/14 in amtlichem Auftrage rings um den Indischen Ozean unternahm, und diese Feststellung war praktisch wichtig, weil sie dadurch zu den Feinden des Nashornkäfers der Kokospalme *(Oryctes rhinoceros)* gehören, dessen Larve in verrottendem Holz und in Haufen verrottender Pflanzenteile lebt und dessen Auftreten in dem ganzen Verbreitungsgebiet dieser und verwandter Arten nebst dem ihrer Feinde verfolgt werden sollte. Die wohl erste Erwähnung zoophager Elateridenlarven steht schon bei M. E. Candeze in seiner Monographie der Elateriden (Mém. Soc. Sci. Liège; 1857), woselbst es heißt, daß die Larven zum Teil Wurzelfresser sind, zum andern Teil gewöhnlich unter Rinden auf die Larven der Borkenkäfer, Bockkäfer, Dipteren usw. Jagd machen. Außerdem wußte man es von *Pyrophorus luminosus* im tropischen Amerika[6]). Aber diese Tatsachen waren nicht allgemein bekannt. Selbst traf ich solche Schnellkäferlarven zuerst in morschem Palmenholz in Südasien an und stellte fest, daß sie keinen Mulm fraßen, aber ihnen dargebotene Käferlarven und Regenwürmer nahmen. Wurde ihnen morsches Holz in einem großen Stück zur Verfügung gestellt, so bohrten sie sich Gänge kreuz und quer, indem sie den Mulm zerkleinerten, nach Beute suchend. Genaueres ist in meiner Monographie über Nashornkäfer[7]) enthalten; hier soll nur einiges hinzugefügt werden. Die Art der natürlichen Nahrung erkennt man am Kot frisch gefangener Larven, der bei den fleischfressenden weiß, Vogelkot ähnlich ist und in geringer Menge abgegeben wird.

Europäische Schnellkäferlarven als ausschließliche Fleischfresser (nebenbei nehmen auch die sich anders ernährenden lebende und abgestorbene Insekten als Nahrung an) scheinen erst später wirklich bekannt geworden zu sein, und zwar *Adelocera punctata* (unter Baumrinde in Süd-

[2]) Fullaway, Pemberton, zit. nach Blunck in Handb. d. Pflanzenkrankh., Bd. 5, Teil 2, S. 122 u. 123.

[3]) Fullaway in Bull. Hawaii agr. Exp. Station 27, 1912 p. 7.

[4]) Calvins, siehe bei Blunck 1. c.

[5]) H. Morstatt, Liste schädlicher Insekten, in: Der Pflanzer 7, 1911 (S. 6).

[6]) Rep. Exp. Stat. Sugar Plant. Assoc. Porto Rico III, 1913.

[7]) Monogr. z. ang. Ent., Beih. z. Ztschr. f. ang. Ent. Nr. 4: Studien über Nashornkäfer als Schädlinge der Kokospalme, Berlin 1919.

[8]) Entom. Blätter 15, 1919 (S. 24).

europa, FRIEDERICHS 1919)[8]), *Hypoganus cinctus* (in morschem Holz besonders von Weiden, W. DERKSEN)[9]), *Denticollis (Campylus) linearis* (B. SCHAERFFENBERG)[10]), *Prosternon holosericeum* (SCHAERFFENBERG), *Athous rufus* (H. STURM)[11]) und *Athous rhombeus* und *pilosus*[12]), sowie *Lacon murinus*, der nach SCHAERFFENBERG als ältere Larve karnivor lebt. Sie ist durch verbreiterte, abgeflachte Gestalt ausgezeichnet, ich vermute aber nach Erfahrungen im Garten, daß sie höchstens überwiegend räuberisch sich ernährt, weil sie im Gartenboden sehr häufig sein kann und sehr oft unmittelbar an abgefressenen Salatwurzeln, Kartoffeln usw. angetroffen wird. Somit ist auch von den europäischen Arten ein beträchtlicher Teil karnivor, vermutlich mehr als bisher bekannt.

Von tropischen Schnellkäfern gilt als hervorragend nützlich als Feind von Engerlingen *(Lachnosterna)* im Boden der schon genannte *Pyrophorus luminosus* in Porto Rico[13]) und die auch recht große Larve von *Agrypnus mastersi* gegen die Engerlinge von *Lepidoderma*-Arten in Queensland (Australien).[14]) Überhaupt sind die räuberischen tropischen Arten meist recht robust, wie denn daselbst sehr viele Schnellkäfer vertreten sind, gegen die unsere größten Arten als Zwerge erscheinen. Ich konnte *Alaus lacteus* von Hinterindien (als einen Feind von *Oryctes rhinoceros)* und die beiden madagassischen Arten *Stenicera insignis* und *nobilis* bis zur Imago aufzüchten.

Alle mir in den Tropen bekannt gewordenen räuberischen Arten — meist nur als Larven, ohne die Jahre dauernde Aufzucht — sind als solche durch Verbreiterung und eine gewisse Abflachung des Körpers gegenüber den Drahtwürmern ausgezeichnet, wie es auch gewisse Arten bei uns, aber weniger stark, sind. Es muß sich dabei wohl um eine Anpassung handeln, obgleich nicht ohne weiteres zu erkennen ist, wieso. In gewissen Fällen ist Anpassung deutlich. Eine Art, die ich nicht aufgezüchtet habe, befand sich in dem sehr schmalen Raum zwischen den Basen von je zwei Kokospalmenwedeln in Hinterindien. Sie ist bei verhältnismäßiger Breite ganz flach, förmlich plattgedrückt. (Auch die südeuropäische Art *Adelocera punctata* ist es, ihrer Lebensweise unter loser Kiefernborke entsprechend, wenn auch nicht so sehr wie jene.) *Ctenicera nobilis* in Madagaskar, die Prachtkäferlarven in deren Puppenwiegen nachstellt, dringt nicht ganz in die Puppenwiegen ein, sondern nur mit dem schmalen Kopf und Vorderrücken, auf die ein breiterer Rumpf folgt, während das Hinterende wieder schmäler ist. Diese Larve ist also annähernd spindelförmig. Die Mundteile verschieden sich ernährender heimischer Arten sind nach DERKSEN einander ziemlich ähnlich und durch fein abgestufte Übergänge verbunden; vermutlich ist die diesbezügliche Anpassung der Räuber unter ihnen noch

[9]) Ztschr. f. Morphol. u. Ökol. d. Tiere 37, 1941.

[10]) Ztschr. ang. Ent. 29, 1942, (S. 114).

[11]) Entom. Blätter 39, 1943, S. 134—137.

[12]) TH. BELING in Deut. entom. Ztschr. 27, 1883; 28 (1884); DERKSEN 1. c., SCHAERFFENBERG 1. c.

[13]) Agr. News Barbados 12, 1913, p. 138—139; 15, 1916 p. 42—43 (siehe Rev. appl. Ent.); WOLCOTT, Porto Rico Ins. Exp. Stat. Circul. 80, 1923. Daß die Larve von *Pyrophorus noctilucus* beschuldigt wird, gelegentlich an Zuckerrohrwurzeln zu schaden, kann ein Irrtum sein, wäre nachzuprüfen.

[14]) ILLINGWORTH, Queensl. Bur. Sugar Exp. Stat. Bull. 13, 1921, 47 pp.

keine vollkommene. Die diesbezüglichen Beschreibungen von *Alaus*-Larven[15]) (deren Nahrung damals nicht bekannt war) sind mir nicht für einen Vergleich zur Hand, und das eigene Material fiel dem Krieg zum Opfer.

Sodann ist auf *Tetralobus flabellicornis* zurückzukommen. J. Vosseler[16]): „T. f., der Riesenschnellkäfer, wurde neuerdings ebenfalls der Beschädigung der Kokospalmen, ohne nähere Angabe, aus Dar-es-Salam beschuldigt." Morstatt[17]) „... der angeblich an jungen Palmen die Herztriebe zerfrißt." Morstatt ferner[18]) „... dessen Schädlichkeit noch nicht feststeht."

Es scheint sich dabei um die *Imago* zu handeln. G. Aulmann[19]) bildete die Larve ab, „um einen Vertreter aus dieser Käferfamilie namhaft zu machen, dessen Larven unter Umständen für die (vorher erwähnten Schäden an den) Wurzeln von *Kickxia elastica* in Betracht kommen können. Die Larven dieser Elateridenart sind an den Wurzeln verschiedener Kulturgewächse, so z. B. hauptsächlich an den Wurzeln von Kokospalmen in Deutsch-Ostafrika aufgetreten." — Die abgebildete Larve hat die typische breite Form der tropischen zoophagen Arten. Schaden ist dadurch nicht ausgeschlossen, wahrscheinlich aber, daß sie eminent nützlich durch Vertilgung von Wurzelfressern ist. Man könnte das dort leicht prüfen.

Man hat von den karnivoren Elateridenlarven bisher kaum Gebrauch zur biocoenotischen Bekämpfung gemacht. Nur *Pyrophorus luminosus* scheint hier und da zu solchem Zweck importiert worden zu sein. Seine Larve braucht aber feuchten Boden. Es empfiehlt sich, bei künftigen Untersuchungen, besonders in den Tropen, solchen Larven mehr Beachtung zu schenken. Zum Beispiel könnte in Samoa die Einführung geeigneter karnivorer Arten als Feinde des Nashornkäfers der Kokospalme, des Zuckerrohrbohrers *(Sphenophorus = Rhabdocnemis obscurus),* des Kakaobockkäfers *(Monochamus rusticator)* u. a. in Betracht kommen und damit eine gewisse Gegenwirkung gegen die Vermehrung dieser Schädlinge erzielt werden[20]), eine durchgreifende Bekämpfung allerdings nicht, weil, wenn diese Schnellkäferlarven einander begegnen, die stärkere die schwächere frißt, so daß sie nur einzeln in einem Stamm oder Stumpf vorzukommen pflegen; befinden sich mehrere dauernd nebeneinander in einem Stamm, dann nur, weil ein Ameisennest oder ein sonstiges Hindernis die sehr beweglichen, unruhig sich durch den Mulm wühlenden Larven voneinander trennt. Daß sie in Samoa fehlen oder während meiner dortigen Zeit (1912) fehlten (die Fauna solcher Inseln bereichert sich ständig), ist sicher, denn die Anzahl großer Käferarten daselbst ist klein und bekannt.

Freilich, wenn man bemüht ist, eine Dolchwespenart gegen Engerlinge einzubürgern, wird man es nicht gleichzeitig mit Schnellkäferlarven versuchen, da diese bestimmt zwischen Engerling und Dolchwespenlarve als Beute keinen Unterschied machen. Aber Dolchwespen haben bisher nur in

---

[15]) Chappuis u. Candeze 1945 (*A. oculatus* von New Orleans, und Sallé, Ann. Soc. ent. France 1855, *A. nobilis* von Haiti).

[16]) In: Berichte über Land- und Forstwirtsch. in Deutsch-Ostafrika 2, 1906, 416, 418.

[17]) Der Pflanzer 7, 1911, S. 70.

[18]) Ebenda S. 529—530.

[19]) Fauna der deutschen Kolonien, Reihe V, Heft 5, 1913 (S. 37).

[20]) Noch wichtiger wäre vielleicht hierfür der große Histeride *Plaesius javanus.*

einem Falle einen Schädling nach ihrer Einführung gemeistert: *Scolia manilae* auf Hawaii *Anomala orientalis* (und nicht auf die Dauer genügend). Gerade dort hat man, wenn ich nicht irre, *Pyrophorus luminosus* daneben eingeführt. Die Vermehrung von Dolchwespen ist weniger von Verfolgung als von der Menge der Blüten abhängig, die ihnen örtlich als Nektarspender zur Verfügung stehen.

Erhebungen über das Vorkommen und den Schaden der Holzschädlinge in Wohnhäusern in Südschweden

Von

V. BUTOVITSCH, Experimentalfältet, Schweden

Unsere Kenntnisse über die Verbreitung und den Schaden der Holzschädlinge in Gebäuden in Schweden waren bis zu den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts äußerst mangelhaft. Auf Anregung des Kgl. Bauamts in Stockholm wurde 1934 eine Untersuchung der staatlichen Gebäude mit Rücksicht auf das Vorkommen der holzzerstörenden Insekten in Gang gesetzt. Diese Untersuchung, die das ganze Land umfassen sollte und die von dem damaligen Vorsteher des zoologischen Instituts der Schwedischen Forstversuchsanstalt, Prof. Dr. TRÄGARDH, geleitet wurde, dauerte mehrere Jahre und wurde 1943 abgeschlossen (s. TRÄGARDH 1935, 1939 u. 1950). Die Erhebungen wurden mit Hilfe von Fragebogen ausgeführt; diese wurden zusammen mit einem einschlägigen Flugblatt den zuständigen Provinzialbehörden zugeleitet und von hier aus an das Aufsichtspersonal weiterverteilt. Von den 13 200 ausgesandten Fragebogen wurden 5062 beantwortet; von letzteren enthielten 2162 Angaben über Insektenschäden. Das auf diese Weise zusammengebrachte Material war mithin relativ umfangreich und hätte genügen können, um eine ausreichende Orientierung über die Ausbreitung und den Schaden der Holzinsekten zu liefern. Indessen war es mit verschiedenen Mängeln behaftet, weshalb die gewonnenen Ergebnisse nicht als zuverlässig zu betrachten sind. Die wichtigste Fehlerquelle entstand dadurch, daß die Besichtigung der Häuser sowie die Ausfüllung der Fragebogen von entomologisch ganz ungeschulten Personen besorgt wurde. Außerdem wurden Belegstücke von befallenem Holz, die den Fragebogen beizufügen waren, nur in geringem Maß eingesandt, was die Bestimmungsarbeit wesentlich erschwerte und in den meisten Fällen unmöglich machte.

Als neuerdings die Holzschädlinge die Aufmerksamkeit der staatlichen Behörden wieder auf sich lenkten, beschloß man, eine andere Erhebungsmethode anzuwenden, die es ermöglichte, obige Fehlerquellen im wesentlichen auszuschalten. Das wichtigste Moment in dieser Methode ist, daß die Untersuchungen, Schätzungen und Berechnungen von Personen ausgeführt werden, die die nötigen entomologischen und bekämpfungstechnischen Kenntnisse besitzen.

Auf Veranlassung des Kgl. Wohnungsamtes führte das Zoologische Institut der Forstversuchsanstalt im Herbst 1948 eine entomologische Stichprobenuntersuchung der Wohnhäuser in den Provinzen Blekinge und Kalmar aus.

Im folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchung angeführt.

Die Vorbereitung der Erhebungen

Bei der Vorbereitung der Untersuchungsarbeit legte man großen Wert darauf, daß das Untersuchungsmaterial nach einem objektiven Verfahren ausgewählt und daß hierbei auch die Verschiedenheiten der geographischen Lage und der Bevölkerungsdichte berücksichtigt wurden. Wichtig war es auch, daß die verschiedenen Altersklassen der Häuser nach Möglichkeit gleichmäßig vertreten waren.

Die Richtlinien zur Verteilung des Materials innerhalb der Provinzen Blekinge und Kalmar wurden gemeinsam mit dem Kgl. Wohnungsamt festgelegt. Das Interesse dieser Behörde, die zugleich als staatliche Hypothekenbank fungiert, für die holzzerstörenden Insekten, namentlich aber für das Hausbockkäferproblem, beruht darauf, daß sie dem Hausbesitz Darlehen bis zu 90% des Hauswerts gewährt und aus diesem Grunde dafür sorgen muß, daß der Pfandwert nicht unter diese Grenze sinkt. Mit Rücksicht hierauf hatte man zum großen Teil vom Wohnungsamt beliehene Wohnhäuser als Untersuchungsobjekt gewählt.

Um den Verschiedenheiten der geographischen Lage Rechnung zu tragen, wurden sowohl Küsten- als Inland-Kirchspiele in den betreffenden Provinzen als Erhebungsgebiete ausgewählt. Die zu untersuchenden Häuser wurden aus den Grundbüchern der Provinzialbehörden gewählt, und zwar so, daß die verschiedenen Altersklassen der Häuser gleichmäßig vertreten waren.

Die Ausführung der Erhebungen

Die Untersuchung der ausgewählten Häuser wurde in der Zeit 2. 9. bis 23. 11. 1948 vom Entomologen T.-E. Leiler und dem Bekämpfungstechniker der Desinfektionsfirma Anticimex S. Persson ausgeführt. Jedes Haus wurde nach den vom Zoologischen Institut ausgearbeiteten Richtlinien untersucht und die erhaltenen Angaben in besondere Fragebogen eingetragen. Hierbei wurden folgende Momente berücksichtigt:

1. Hausart: Holzhaus oder Steinhaus.
2. Hausalter nach Altersklassen: 1—5, 6—10, 11—15, 16—20, 21—30, 31—40, 41—50 und > 50 Jahre.
3. Etwaige Reparaturen.
4. Anzahl der Stockwerke.
5. Heizungsart: Ofenheizung, Zentralheizung.
6. Hauspflege: gut, mittelmäßig, schlecht.
7. Dachbedeckung: Ziegel, Ziegel auf Schindeln, Pappe, Eternit, Blech, Schindeln.
8. Behandlung der Außenwände: Ölanstrich, verputzt, rote Wasserfarbe, unbehandelt.
9. Holzart: Kiefer, Fichte, Nadelholz, Laubholz.
10. Feuchtigkeitsverhältnisse in den verschiedenen Stockwerken.
11. Holzschädlingsart: *Hylotrupes bajulus, Anobium punctatum, Anobium pertinax, Callidium violaceum, Ernobius mollis, Sirex sp., Merulius lacrymans, Coniophora cerebrella,* andere Pilzschädlinge.

12. Vorkommen des Schadens: 1) Dachboden: Dachstuhlholz, Innendach, Fußboden, sonstiges Holz. 2) Wohnung: Decken, Wände, Fußböden, sonstiges Holz. 3) Keller: Decken, Wände, sonstiges Holz.
13. Alter des Schadens: Schaden dauert fort, hat aufgehört.
14. Intensität des Schadens: schwach, mäßig, stark.
15. Ausbreitung des Schadens: schwach, mäßig, stark.
16. Sanierungskosten.

Nach Abschluß der Untersuchung wurde das Material im Zoologischen und Statistischen Institut bearbeitet. Im folgenden werden die wichtigeren Ergebnisse der Untersuchung wiedergegeben.

Die Ergebnisse der Untersuchung

Das Material umfaßt im ganzen 513 Wohnhäuser, davon 332 in der Provinz Blekinge und 181 in der Provinz Kalmar. In diesen Häusern wurden folgende Holzschädlinge festgestellt.

A. Der Befall des Hausbockkäfers

Hausbockkäfer-Schaden wurde in 270 von den 513 untersuchten Häusern nachgewiesen. In 266 von diesen Häusern war der Schädling in Aktion und nur in vier Häusern hörte der Befall gänzlich auf. In

Tab. 1. Das Vorkommen von holzzerstörenden Insekten und Pilzen in den untersuchten Gebäuden

Schädlingsart	Befallene Häuser Zahl	%
H. bajulus	266	51,8
A. punctatum	204	39,8
E. mollis	277	54,0
A. pertinax	11	2,1
C. violaceum	378	73,6
Sirex sp.	3	0,6
C. cerebrella	21	4,1
M. lacrymans	100	19,5
Sonstige Pilze	17	3,3

Tab. 2. Die Verteilung der von *H. bajulus* befallenen Häuser auf die verschiedenen Kirchspiele in den Provinzen Blekinge und Kalmar

Provinz	Kirchspiel	Zahl der untersuchten Häuser	Zahl der befallenen Häuser	% befallener Häuser
Blekinge	Lister	40	18	45,0
	Asarum	38	21	55,3
	Kyrkhult	36	21	58,3
	Ringamåla	36	27	75,0
	Ronneby	36	19	52,8
	Backeryd	36	26	72,2
	Sillhövda	36	22	61,1
	Nättraby	37	6	16,2
	Jämjö	37	6	16,2
Sa. bzw. Mittel Prov. Blekinge		332	166	50,0
Kalmar	Vissefjärda	36	22	61,1
	Karlslunda	36	20	55,6
	Söderåkra	36	14	38,9
	Ljungbyholm	37	24	64,9
	Madesjö	36	20	55,6
Sa. bzw. Mittel Prov. Kalmar		181	100	55,2
Sa. bzw. Mittel Prov. Blekinge und Kalmar		513	266	51,9

den nachstehenden Tabellen und Zusammenstellungen werden nur Häuser mit fortdauerndem Befall des Hausbockkäfers berücksichtigt.

Aus der Tabelle ist zu ersehen, daß die Befallsprozente für die Kirchspiele der Provinz Kalmar relativ wenig variieren, während sie für die Provinz Blekinge bedeutende Unterschiede aufweisen. Besonders auffallend sind die niedrigen Werte für die Kirchspiele Nättraby und Jämjö. Worauf diese Abweichungen zurückzuführen sind, kann an Hand des vorliegenden Materials nicht entschieden werden. Untersuchungen über die Ausbreitung des Hausbockkäfers in den baltischen Staaten und Schweden (vgl. Määr 1935, Brammanis 1940, Trägardh 1939 und 1950) haben gezeigt, daß die Hausbockfrequenz in Küstengebieten viel höher ist als im Binnenland. Die erwähnten niedrigen Frequenzwerte für Nättraby und Jämjö — beide Küsten-Kirchspiele — scheinen eher in entgegengesetzter Richtung zu deuten. Wenn man in Hinsicht auf diese Frage das Material in Küsten- und Inland-Kirchspiele ordnet, erhält man folgendes Bild:

Tab. 3. Von *H. bajulus* befallene Häuser in Küsten- und Inland-Kirchspielen (Prozentwerte)

	Prov. Blekinge	Prov. Kalmar	Sa.
Küsten-Kirchspiele	37,1	51,9	41,3
Inlands-Kirchspiele	66,7	57,4	62,7

Auch diese Werte scheinen den früher gemachten Beobachtungen über die Abnahme des Befalls mit steigendem Abstand von der Küste zu widersprechen. Dieser Mangel an Übereinstimmung beruht möglicherweise darauf, daß das vorliegende Material zu gering ist. Mit größerer Wahrscheinlichkeit dürfte man jedoch annehmen, daß die hier erhaltenen Abweichungen nicht von klimatischen Verhältnissen, sondern von gewissen unkontrollierbaren Ausbreitungsphänomenen bedingt sind.

Einfluß des Hausalters. Mit Rücksicht auf diesen Faktor wurde das Material in folgende Altersklassen eingeteilt: 1—5, 6—10, 11—15, 16—20, 21—30, 31—40, 41—50 und ältere Häuser. Das Vorkommen des Hausbockkäfers innerhalb dieser Altersgruppen geht aus der folgenden Tabelle hervor.

Tab. 4. Das Vorkommen von *H. bajulus* in verschiedenaltrigen Häusern

	Hausalter in Jahren							
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	>50
Zahl der Häuser	83	86	86	84	86	37	23	28
Zahl der befallenen Häuser	3	33	48	49	61	32	22	18
% befallener Häuser	3,6	38,4	55,8	58,3	70,9	86,5	95,6	64,3

Die Tabelle zeigt eine allmähliche Zunahme des Befalls mit dem steigenden Hausalter bis zur vorletzten Altersklasse. Besonders markant ist diese Steigerung zwischen der ersten und der zweiten Altersklasse. Der Prozentwert in der letzten Spalte der Tabelle weist eine deutlich fallende Tendenz auf. Diese Altersgruppe umfaßt Häuser von 51 bis etwa 200 Jahren und ist mithin mit den anderen Gruppen nicht ohne weiteres ver-

gleichbar. Die Ursache des geringeren Vorkommens der Hausbockschäden in dieser Gruppe ist mit größter Wahrscheinlichkeit dem Umstand zuzuschreiben, daß die alten Gebäude in der Regel von kernreichem Holz gebaut wurden. In solchen Häusern hat der Hausbockkäfer, der bekanntlich lediglich das Splintholz verzehrt, nur beschränkte Entwicklungsmöglichkeiten.

Die Frequenzzahl in der ersten Spalte der Tabelle ist wahrscheinlich zu niedrig; es ist nämlich sehr schwierig, auch für geschultes Personal, den Hausbockbefall kurz nach Beginn der Infektion zu entdecken.

Einfluß der Hausart. Das vorliegende Material umfaßt 506 Holzhäuser und nur 7 Steinhäuser; ein Vergleich zwischen diesen Hauskategorien kann daher nicht gemacht werden.

Nach Angaben der Firma Basbolaget in Stockholm, die im Jahre 1950 eine Untersuchung der Gebäude in den Städten Karlskrona, Ronneby und Karlshamm (Prov. Blekinge) vornahm, waren von 164 untersuchten Steinhäusern 29 oder 17,7% vom Hausbockkäfer befallen. Die entsprechenden Zahlen für Holzhäuser waren: 102,47 bzw. 46,1%.

Tab. 5. Das Vorkommen von *H. bajulus* in verschiedenen Teilen der befallenen Häuser

Teil des Hauses	Zahl der befallenen	% befallener
Boden	252	94,7
Wohnung	161	60,5
Keller	12	4,7

Tab. 6. Die Verteilung des Befalls auf verschiedene Teile der angegriffenen Böden, Wohnungen und Keller

Befall in	Zahl der befallenen	% befallener
A. Böden		
Dachstuhlholz	239	94,8
Innendach	34	13,5
Fußböden	134	53,2
Sonstiges Holz	91	36,1
B. Wohnungen		
Decken	88	54,7
Wände	145	90,1
Fußböden	65	40,4
Sonstiges Holz	49	30,4
C. Keller*)		
Decken	9	75,0
Sonstiges Holz	4	33,0

*) Die Wände in den Kellerräumen waren sämtlich zementiert.

Verteilung des Befalls. Der Schaden trat am häufigsten auf Dachböden auf; in Wohnungen war er etwas weniger häufig und in Kellerräumen nur ausnahmsweise festzustellen. Näheres hierüber ist aus Tabelle 5 zu entnehmen.

Ein mehr detailliertes Bild über die Verteilung des Befalls in den Gebäuden gibt die Tab. 6.

Betrachtet man zunächst die Werte für die Verteilung des Befalls auf Dachböden, dann ist es deutlich, daß die Dachstühle vom Hausbockkäfer besonders bevorzugt werden. Etwas weniger begehrt sind die Fußböden und das übrige Holz der Dachböden. Das Innendach scheint dem Käfer weniger zuzusagen, was möglicherweise auf die starken Temperaturschwankungen, denen dieses Holz ausgesetzt ist, zurückzuführen ist.

Der Befall in den Wohnungen ist hauptsächlich auf die Wände konzentriert, ist aber auch in Decken, Fußböden, Holzeinrichtung und Möbel nicht selten.

Ausbreitung des Befalls wurde okulär geschätzt, wobei man

sich, wie oben angegeben, der dreigradigen Skala: schwach, mäßig und stark, bediente. Diese Grade entsprechen:

schwache Ausbreitung . . . . Befall sehr vereinzelt
mäßige Ausbreitung . . . . Kleinherde an verschiedenen Stellen im Hause
starke Ausbreitung . . . . Befall überall im Hause

Geordnet nach diesen Graden, zeigt das Material folgendes Bild:

Intensität des Befalls. Auch dieser Faktor wurde okulär beurteilt. Die benutzten Intensitätsgrade bedeuten: 1. schwach = beginnender Schaden, 2. mäßig = recht bedeutender Schaden (2—3 cm tief) und 3. stark = Splintholz ganz zerstört. Bei der Beurteilung der folgenden Tabelle ist zu beachten, daß die Intensität des Befalls lediglich den Grad der Zerstörung des Holzes bedeutet und mit der Ausbreitung des Schadens nichts zu tun hat.

Die Prozentwerte in dieser Tabelle erinnern sehr an jene in der Tab. 7. Häuser mit geringer Intensität des Befalls, wie auch mit geringer Ausbreitung der Schäden, dominieren bei weitem, und deren Anzahl sinkt in ungefähr gleichem Maße bei steigender Ausbreitung bzw. Intensität des Angriffs.

Tab. 7. Die Ausbreitung des Schadens von *H. bajulus* in den befallenen Häusern

Grad der Ausbreitung	Befallene Häuser		
	Zahl	%	Durchschnittsalter in Jahren*)
Schwach	167	62,8	20,1
Mäßig	70	26,3	25,4
Stark	29	10,9	25,2
Sa. resp. Mittel	266	100,0	22,1

*) Älter als 50jährige nicht mitberechnet.

Tab. 8. Die Intensität des Befalls von *H. bajulus* in den angegriffenen Häusern

Intensitätsgrad	Befallene Häuser		
	Zahl	%	Durchschnittsalter**)
Schwach	185	69,6	19,3
Mittelstark	66	24,8	27,7
Stark	15	5,6	33,9
Sa. resp. Mittel	266	100,0	22,1

**) Älter als 50jährige nicht mitberechnet.

Befall und Holzart. Das Dachstuhlholz der untersuchten Häuser war zu 52,7% Fichte, 4,1% Kiefer, 20,1% Nadelholz (vorwiegend Fichte), 19,3% Nadelholz (vorwiegend Kiefer) und zu 3,7% Holzart ohne nähere Angabe. Die Hausbockfrequenz in der ersten Gruppe betrug 45,9, in der zweiten 42,9, in der dritten 64,1 und in der vierten Gruppe 56,6%. Die Zahlen zeigen zwar einen etwas größeren Befall im Fichtenholz, die sehr ungleichmäßige Verteilung der Holzarten gestattet es aber nicht, einen definitiven Schluß daraus zu ziehen.

Einfluß der Dachbedeckung. In dem untersuchten Material war folgendes Dachdeckungsmaterial vertreten: Ziegel, Ziegel auf Schindeln, Pappe, Eternit, Schindeln und Blech. Tab. 9 zeigt den Befall des Hausbockkäfers, geordnet nach den verschiedenen Dacharten.

Wegen zu geringer Zahl von Untersuchungen sind Häuser mit Blech- und Schindeldach nicht in der Tabelle berücksichtigt worden.

Auffallend in der Tabelle ist die niedrige Frequenzzahl für Häuser mit Ziegeldach (vgl. auch TRÄGARDH, 1950). In Häusern mit Schindel-

Tab. 9. Das Vorkommen von *H. bajulus* in Häusern mit verschiedenem Dachdeckungsmaterial

	Dachdeckungsmaterial			
	Ziegel	Ziegel auf Schindeln	Pappe	Eternit
Zahl der untersuchten Häuser	273	122	49	41
Zahl der Häuser mit befallenem Dachboden	97	86	24	26
Desgleichen in %	35,5	70,5	49,0	63,4
Durchschnittsalter der Häuser	13,6	22,6	17,6	16,9

dach mit aufgelegten Ziegeln ist diese Zahl doppelt so groß, was auf besonders günstige Entwicklungsbedingungen für den Hausbockkäfer in solchen Häusern hindeutet. Indessen ist das durchschnittliche Alter dieser Hausgruppe bedeutend höher als jenes der Häuser mit Ziegeldach; dies bedeutet, daß die Frequenzzahlen nicht allein vom Dachbedeckungsmaterial, sondern auch vom Alter abhängig sind. In der folgenden Tabelle 10 ist das Material nach Altersgruppen geordnet (Häuser mit Papp- und Eternitdach sind in dieser Tabelle wegen geringer Anzahl Beobachtungen nicht berücksichtigt worden).

Tab. 10. Das Vorkommen von *H. bajulus* in Häusern (geordnet nach Altersgruppen)

	Dachdeckungsmaterial			
	Ziegel		Ziegel auf Schindeln	
	Hausalter in Jahren			
	6-15	16-30	6-15	16-30
Zahl der untersuchten Häuser	98	75	26	61
Zahl der Häuser mit befallenem Dachboden	37	38	14	44
Desgleichen in %	37,8	50,7	53,8	72,1

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß Häuser mit Ziegeldach auch innerhalb gleicher Altersgruppen weniger angegriffen werden als jene mit Schindeln—Ziegeldach. Worauf dieser Unterschied zurückzuführen ist, kann ohne nähere Untersuchungen nicht beantwortet werden.

Einfluß der Beschaffenheit der Außenwände

Mit Rücksicht auf diesen Faktor wurden folgende Gruppen ausgeschieden: Mit Ölfarbe gestrichene, verputzte, mit roter Wasserfarbe behandelte sowie unbehandelte Wände. Häuser mit unbehandelten Außenwänden waren nur in sehr geringer Anzahl vertreten und konnten daher in der nebenstehenden Zusammenstellung nicht berücksichtigt werden.

Tab. 11. Das Vorkommen von *H. bajulus* in Gebäuden mit in verschiedener Weise behandelten Wänden

	Behandlung der Wände		
	Ölanstrich	verputzt	rote Wasserfarbe
Zahl der untersuchten Häuser	249	117	141
Zahl der Häuser mit Befall in der Wohnung	78	20	64
Desgleichen in %	31,3	17,1	45,4
Durchschnittsalter der Häuser	19,1	11,0	18,4

Wie ersichtlich, ist das Befallsprozent für Häuser mit Ölfarben-Wänden um ein bedeutendes niedriger als für jene mit Wasserfarben-Wänden. Den geringsten Befall zeigen Häuser mit verputzten Wänden; diese Gruppe ist jedoch im Durchschnitt viel jünger als die beiden anderen und kann daher nicht ohne weiteres mit diesen verglichen werden. Ordnet man das Material nach Altersgruppen, so zeigt sich folgendes Bild:

Tab. 12. Das Vorkommen von *H. bajulus* in Gebäuden mit in verschiedener Weise behandelten Wänden (geordnet nach Altersgruppen)

	Behandlung der Wände					
	Ölanstrich		verputzt		rote Wasserfarbe	
	Hausalter in Jahren					
	6-15	16-30	6-15	16-30	6-15	16-30
Zahl der untersuchten Häuser	80	105	38	27	52	40
Zahl der Häuser mit Befall in der Wohnung	17	31	4	11	18	22
Desgleichen in %	21,2	29,5	10,5	40,7	34,6	55,0

Die schützende Wirkung des Verputzes der Wände macht sich nur in neueren Häusern geltend. In älteren Häusern nimmt diese Gruppe eine Zwischenstellung zwischen den beiden anderen Hausgruppen ein. Die Ursache dieser Erscheinung ist mit großer Wahrscheinlichkeit daraus zu erklären, daß die verputzten Wände an und für sich einen gewissen Schutz gegen Hausbockangriffe darbieten, daß sie es aber nicht verhindern können, daß der Hausbockkäfer vom Dachboden aus allmählich in die Wohnung eindringt.

Einfluß der Heizungsart

Von den untersuchten Häusern hatten 210 Zentralheizung und 303 Ofenheizung. Von der ersten Kategorie waren 37,1 von der zweiten 62,0% vom Hausbockkäfer befallen. Diese Prozentzahlen sind jedoch mißdeutend, da der bei weitem größte Teil der Häuser mit Zentralheizung den jüngeren Altersklassen, der überwiegende Teil der Häuser mit Ofenheizung aber den älteren Altersklassen angehörte. Ein Vergleich nach den verschiedenen Altersklassen ist daher nicht möglich. Das vorliegende Material gibt mithin keinen Aufschluß bezüglich der Wirkung der Heizungsart auf das Vorkommen des Hausbockkäfers.

Einfluß der Hauspflege. Unter dem Begriff Hauspflege werden in diesem Zusammenhang alle die Maßnahmen verstanden, die geeignet sind, den Befall des Hausbockkäfers zu vermindern. So z. B. Entfernung von alten Möbeln und anderen Holzgegenständen von Dachböden, Ersetzen der angegriffenen Holzteile durch neue und ähnliche Maßnahmen. Mit Bezug hierauf ist das Material eingeteilt in gute, mäßige und schlechte Hauspflege.

Tab. 13. Das Vorkommen von *H. bajulus* und die Hauspflege

Hauspflege	Zahl der untersuchten Häuser	Zahl der befallenen Häuser	% befallener Häuser
Gut	247	92	37,2
Mäßig	215	135	62,8
Schlecht	51	39	76,5

Der Einfluß der Hauspflege auf das Vorkom-

men des Hausbockkäfers ist deutlich. Indessen, wie die Tabelle zeigt, war der Befall auch in gut gepflegten Häusern recht bedeutend.

Einfluß von altem Bauholz

Von den untersuchten Häusern waren 65 (oder 12,7%) in mehr oder weniger großem Umfang von altem Bauholz, das von abgerissenen Gebäuden herstammte, gebaut. Daß diese Bauart die Ausbreitung des Hausbockkäfers begünstigt, geht aus der folgenden Tabelle deutlich hervor.

Tab. 14. Das Vorkommen von *H. bajulus* in ganz oder teilweise von altem Bauholz gebauten Häusern

	Zahl der Häuser, gebaut von altem Holz	Davon befallen	% befallener Häuser
Blekinge län	41	27	65,8
Kalmar län	24	19	79,1
Sa. resp. Mittel	65	46	70,8

Zum Vergleich mag erinnert werden, daß das Prozent befallener Häuser für die Provinzen Blekinge, Kalmar und für das ganze Material 50,0, 55,2 bzw. 51,9% betrug.

Reparaturen infolge des Hausbockbefalls. In 33 (12,4%) von den angegriffenen 266 Häusern hatte man infolge des Hausbockbefalls mehr oder weniger umfangreiche Reparaturen oder Ausbesserungen vorgenommen. Das Verfahren war in sämtlichen Fällen dasselbe: die stark beschädigten Holzteile wurden durch neue ersetzt. Direkte Bekämpfungsmaßnahmen, wie Behandlung mit chemischen Mitteln, wurden dagegen nicht ausgeführt. Die Reparaturen, die zum größten Teil auf Dachböden gemacht wurden, hatten meist keinen Erfolg: in 82% der Fälle hörte der Befall nach der Reparatur nicht auf.

Kosten für Sanierung der befallenen Häuser

Bei Anwendung von Zyanwasserstoff mit nachfolgender Schutzbehandlung mit einem fluorhaltigen Salz wurden die durchschnittlichen Kosten nach den Preisen vom Jahre 1948 auf 295 schw. Kronen je befallenes Gebäude veranschlagt. Bei heutigen Preisen muß man mit etwa 30% Mehrkosten rechnen. Die Behandlung mit vertilgenden chemischen Mitteln, wie z. B. chlorierte Naphtaline, ist in Schweden etwas teurer.

In vielen Fällen war der Schaden so bedeutend, daß außer der üblichen Sanierung auch mehr oder weniger gründliche Reparaturen erforderlich waren.

Tab. 15. Infolge des Befalls von *H. bajulus* reparaturbedürftige Häuser

Platz der Reparatur	Zahl der erforderlichen Reparaturen in verschiedenen Teilen der Häuser									
	Blekinge län			Kalmar län			Summa			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1—3*)
Dachboden	34	9	3	13	5	3	47	14	6	67
Wohnung	11	4	1	8	5	1	19	9	2	30
Keller			1						1	1
Sa. Reparat.	45	13	5	21	10	4	66	23	9	98

1 = geringe, 2 = recht umfangreiche, 3 = Umbau.

Die Tabelle zeigt, daß die Reparaturen in den meisten Fällen auf Dachböden erforderlich waren, ferner, daß die Gruppe „geringe Ausbesserung" dominiert, während Fälle von totaler Zerstörung relativ selten sind. Für zwei sehr stark beschädigte Häuser wurden die Reparatur-(Umbau-) Kosten auf 21 500 resp. 40 000 schw. Kronen geschätzt.

B. Andere Holzschädlinge

1. Der gemeine Pochkäfer, *Anobium punctatum*

Diese Art gehört zu den gefährlichsten Schädlingen in schwedischen Häusern. Ihre wirtschaftliche Bedeutung aber ist weit geringer als die des Hausbockkäfers.

A. punctatum wurde in 39,8% der untersuchten Häuser nachgewiesen. Die Verteilung des Befalls nach den verschiedenen Altersklassen ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung:

Tab. 16. Das Vorkommen von *A. punctatum* in verschiedenaltrigen Häusern

	Hausalter in Jahren							
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	> 50
Zahl der Häuser	83	86	86	84	86	37	23	28
Zahl der befallenen Häuser	2	21	26	31	47	30	22	25
% befallener Häuser	2,4	24,4	30,2	36,9	54,6	81,0	95,6	89,3

Beim Vergleich dieser Zahlen mit den entsprechenden für den Hausbockkäfer (s. Tab. 4) ist es leicht zu ersehen, daß der Befall mit dem steigenden Alter der Häuser zunimmt. Der Verlauf ist jedoch bei den beiden Arten etwas verschieden. So zeigt z. B. die Frequenzzahl des *A. punctatum* in älteren Häusern (> 50 Jahre) keine nennenswert fallende Tendenz, wie es beim Hausbockkäfer der Fall ist.

Das Vorkommen des *A. punctatum* in den verschiedenen Teilen der Häuser ist aus Tab. 17 zu ersehen.

Tab. 17. Das Vorkommen von *A. punctatum* in verschiedenen Teilen der befallenen Häuser

Hausteil	Zahl der befallenen	% befallener
Dachböden	95	46,6
Wohnungen	62	30,4
Keller	165	80,9

Die Vorliebe dieser Art, die bekanntlich große Ansprüche an hohe Luftfeuchtigkeit stellt, für Kellerräume ist auffallend. Näheres über die Ausbreitung des Pochkäfers in den Häusern enthält die nebenstehende Tabelle:

Tab. 18. Das Vorkommen von *A. punctatum* in verschiedenen Teilen der befallenen Dachböden, Wohnungen und Keller

Befall in	Zahl der befallenen	% befallener
	Dachböden	
Dachstühle	57	60,0
Innendach	54	56,8
Fußböden	53	55,8
Sonstiges Holz	58	61,0
	Wohnungen	
Decken	4	6,5
Wände	13	21,0
Fußböden	8	12,9
Sonstiges Holz	53	85,5
	Keller	
Decken	152	92,1
Sonstiges Holz	115	69,7

Tab. 19. Die Ausbreitung des Befalls von *A. punctatum* in den angegriffenen Häusern

Ausbreitungsgrad	Befallene Häuser	
	Zahl	%
Schwach	140	68,6
Mäßig	43	21,1
Stark	21	10,3
Sa.	204	100,0

Tab. 20. Die Intensität des Befalls von *A. punctatum* in den angegriffenen Häusern

Intensitätsgrad	Befallene Häuser	
	Zahl	%
Schwach	168	82,4
Mäßig	34	16,7
Stark	2	1,0
Sa.	204	100,0

Die Verteilung des Befalls auf Dachböden ist merkbar ausgeglichen, in den Wohnungen aber ist der Schaden auf das „übrige Holz", d. h. auf Möbel und sonstige Holzeinrichtung konzentriert. Die Ausbreitung des Befalls ist in Tab. 19 veranschaulicht.

Die Verteilung des Materials nach den Ausbreitungsgraden ist im wesentlichen die gleiche wie beim Hausbockkäfer (s. Tab. 7). Ordnet man das Material nach den Intensitätsgraden, ist der Unterschied mehr erkennbar.

Totale Zerstörung wurde nur in zwei Fällen (gegen 15 Fälle beim Hausbockkäfer) festgestellt.

Das Vorkommen von *A. punctatum* auf Dachböden war im großen und ganzen von der Art der Dachbedeckung unabhängig. Die Wirkung der Behandlung der Außenwände schien mit jener für Hausbockbefall übereinzustimmen. Das Material gestattet aber nicht, irgendwelche bestimmte Schlüsse hieraus zu ziehen.

Der Einfluß der Heizungsart auf das Vorkommen des *A. punctatum* wird in Tab. 21 illustriert.

Tab. 21. Das Vorkommen von *A. punctatum* in Häusern mit Zentral- und Ofenheizung

Zahl der Häuser	Heizungsart	Altersklassen								
		1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	>50	Sa.
Untersuchte	Zentralheizung	72	52	34	27	10	7	2	6	210
Befallene		1	11	5	9	3	4	1	5	39
% befallener		1,4	21,2	14,7	33,3	30,0	57,1	50,0	83,3	18,6
Untersuchte	Ofenheizung	11	34	52	57	76	30	21	22	303
Befallene		1	10	21	22	44	26	21	20	165
% befallener		9,1	29,4	40,4	38,6	57,9	86,7	100	90,9	54,5

Der Befall in Häusern mit Ofenheizung ist, wie die Tabelle zeigt, in sämtlichen Altersklassen größer als in Häusern mit Zentralheizung. Dies ist offenbar auf das feuchtere, für den Pochkäfer günstigere Klima in den ersteren zurückzuführen.

Tab. 22. Das Vorkommen von *A. punctatum* und die Hauspflege

Hauspflege	Zahl der untersuchten Häuser	Zahl der befallenen Häuser	% befallener
Gut	247	52	21,1
Mäßig	215	114	53,0
Schlecht	51	38	74,5

Der Einfluß der Hauspflege auf das Vorkommen des *A. punctatum* ist, wie aus der Tabelle 22 zu entnehmen ist, noch deutlicher als bezüglich des Hausbockkäfers (vgl. Tabelle 13).

2. Der weiche Pochkäfer, *Ernobis mollis*

Diese Art gehört nicht zu den eigentlichen Holzschädlingen. In Neubauten, wo wahnkantiges Holz verwendet wurde, verursacht sie aber nicht selten Schäden durch Fluglöcher in Tapeten, Wandtäfelung u. dgl.

E. mollis wurde in 54% der untersuchten Häuser festgestellt. In den meisten Fällen handelte es sich hierbei um alte Fraßgänge. Der Schädling wurde hauptsächlich in der Dachkonstruktion, und hier vornehmlich in Dachstühlen und Innendach beobachtet.

3. Der Trotzkopf, *Anobium pertinax*

Dieser Schädling ist in der Lebensweise dem *A. punctatum* ähnlich und gehört daher zu den „echten" Holzschädlingen. In der Regel tritt er gemeinsam mit gewissen Holzfäulen auf und verursacht infolgedessen oft totale Zerstörung des Holzes. Infolge seines sporadischen Vorkommens ist jedoch die wirtschaftliche Bedeutung des Trotzkopfes in Schweden weit geringer als jene des *A. punctatum*.

Das vorliegende Material enthält nur 11 Häuser mit *pertinax*-Schäden, die hauptsächlich in Kellergeschossen lokalisiert waren.

4. Der blaue Scheibenbock, *Callidium violaceum*

Biologisch und wirtschaftlich gehört dieser Bockkäfer in dieselbe Gruppe wie *E. mollis*. Von allen beobachteten Insekten war er der häufigste. Seine meist seit langer Zeit verlassenen Gänge wurden in 73,6% der untersuchten Häuser konstatiert. Wie *E. mollis*, trat auch *C. violaceum* mit Vorliebe an Dachstühlen und Innendachholz auf.

5. Die Holzwespen, *Sirex sp*

Holzwespengänge wurden nur in drei von den untersuchten Häusern nachgewiesen.

6. Der Kellerschwamm, *Coniophera cerebrella*

Schaden von diesem Pilz wurde in 21 Häusern (4,1%) festgestellt. Angegriffen waren in der Regel ältere (>20jährige) Gebäude. 90% von den gemachten Beobachtungen wurden in Kellern, die übrigen auf Dachböden gemacht.

7. Der Hausschwamm, *Merulius lacrymans*

Der Hausschwamm war viel häfiger als der Kellerschwamm und kam in 100 (19,5%) von den untersuchten Häusern vor. Seine Frequenz in den verschiedenen Altersklassen ist in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben.

Tab. 23. Das Vorkommen von *Merulius lacrymans* in verschiedenartigen Häusern

	Hausalter in Jahren							
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-50	>50
Zahl der Häuser	83	86	86	84	86	37	23	28
Zahl der befallenen Häuser	4	17	24	17	17	8	2	11
% befallener Häuser	4,8	19,8	27,9	20,2	19,8	21,6	8,7	39,3

Bemerkenswert in dieser Tabelle ist, daß der Pilz auch Neubauten befällt. Eine andere Eigentümlichkeit ist ferner, daß die Frequenz des Schädlings im Gegensatz zu den anderen Holzzerstörern keine zunehmende Tendenz mit dem steigenden Hausalter aufweist. Der ausschlaggebende Faktor für den Hausschwamm ist offenbar nicht das Alter der Gebäude, sondern bestimmte günstige mikroklimatische Bedingungen.

Der Befall des Hausschwamms war so gut wie ausschließlich auf die Dachböden begrenzt.

Zusammenfassung

Im Herbst 1948 wurde unter Leitung der Zoologischen Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens eine Stichprobenuntersuchung der Wohnhäuser in der Provinz Blekinge und im südlichen Teil der Provinz Kalmar (Südschweden) ausgeführt. Die Untersuchung hatte einen orientierenden Charakter und bezweckte vor allem die approximative Feststellung der Ausbreitung der Holzschädlinge sowie des Umfangs der verursachten Schäden innerhalb der betreffenden Gebiete. Die Untersunchung umfaßte 513 Wohnhäuser, gleichmäßig verteilt auf hierzu ausgewählte 14 Kirchspiele. Bei der Wahl der Kirchspiele hatte man dafür Sorge getragen, daß sowohl das Küstenland als auch das Inland berücksichtigt wurde. Die zu untersuchenden Häuser wurden aus den Registern des Kgl. Wohnungsamtes sowie der Provinzialbehörden gewählt und zwar so, daß die verschiedenen Altersklassen der Häuser nach Möglichkeit gleichmäßig vertreten waren (s. Tab. 2).

Die Untersuchung selbst wurde von einem Entomologen und einem Schädlingsbekämpfungspraktiker gemeinsam ausgeführt. Die Angaben über gemachte Beobachtungen, Proben und Berechnungen wurden in besondere Fragebogen für jedes Haus besonders eingetragen.

Von den im vorliegenden Bericht dargelegten Ergebnissen dieser Untersuchung werden hier die wirtschaftlich wichtigsten angeführt.

1. Von den nachgewiesenen Schädlingen kamen am häufigsten vor: *Callidium violaceum* (73,6), *Ernobius mollis* (54,0), *Hylotrupes bajulus* (51,8), *Anobium punctatum* (39,8) und *Merulius lacrymans* (19,5). Die eingeklammerten Zahlen sind Prozentwerte der von den betreffenden Schädlingen befallenen Häuser.

2. Das Prozent der vom Hausbockkäfer angegriffenen Häuser betrug in der Provinz Blekinge 50,0 und in der Provinz Kalmar 55,2%.

3. Die Befalldichte des Hausbockkäfers war in den Küsten-Kirchspielen geringer als in den Inland-Kirchspielen (s. Tab. 3). Die in Schweden und in den baltischen Staaten gemachten Beobachtungen, die Frequenz des Käfers nehme mit steigendem Abstand von der Küste ab, konnte mithin nicht bestätigt werden. Das vorliegende Material ist allerdings kaum ausreichend, um diese Frage richtig zu entscheiden.

4. Das Vorkommen des Hausbockkäfers zeigte eine deutliche Zunahme mit steigendem Hausalter (s. Tab. 4). Besonders auffallend war diese Zunahme zwischen der ersten und der zweiten Altersklasse. In älteren Gebäuden (> 50 Jahre) konnte jedoch eine Verminderung der Frequenz festgestellt werden. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich auf die

bessere Qualität des Bauholzes (höherer Kernholzgehalt!) dieser Häuser zurückzuführen.

5. Hinsichtlich der Verteilung des Befalls innerhalb der Häuser bevorzugte der Hausbockkäfer die Dachkonstruktion, obwohl er auch in den Wohnräumen häufig auftrat. Hausbockbefall in den Kellern wurde nur ausnahmsweise festgestellt.

6. Die Ausbreitung des Hausbockbefalls innerhalb der Häuser konnte in den meisten Fällen als gering betrachtet werden. Dasselbe gilt auch für die Intensität des Befalls. Sehr umfangreiche Schäden waren relativ selten (s. Tab. 7 und 8).

7. Die Bevorzugung einer bestimmten Holzart (Kiefer, Fichte) seitens des Hausbockkäfers konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden.

8. Mit Rücksicht auf die Einwirkung der Dachbedeckung auf die Frequenz des Hausbockkäfers weist das Material bedeutende Verschiedenheiten auf. Am schwächsten angegriffen waren Häuser mit Ziegeldach. Jene mit Schindeldach mit darauf gelegten Dachziegeln waren dagegen in weit größerem Maße heimgesucht (vgl. Tab. 9).

9. Häuser, die von Bauholz von alten abgerissenen Gebäuden ganz oder teilweise gebaut worden waren, waren dem Bockkäferbefall besonders ausgesetzt. Nicht weniger als 70,8% solcher Häuser wiesen Hausbockschäden auf.

10. Die Kosten zur Bekämpfung des Hausbockkäfers (Zyanräucherung mit darauffolgender Schutzbehandlung mit einem fluorhaltigen Mittel) wurden im Durchschnitt auf 295 schw. Kronen je befallenes Gebäude veranschlagt.

11. Nähere Angaben über die Kosten für Ausbesserungen und Reparaturen infolge des Hausbockschadens konnten im allgemeinen nicht erhalten werden. Für zwei Häuser mit schwerem Hausbockbefall wurden diese Kosten auf 21 500 bzw. 40 000 schw. Kronen geschätzt.

12. *Anobium punctatum* wurde in 38,3% der untersuchten Häuser in der Provinz Blekinge festgestellt. Die entsprechende Zahl für die Provinz Kalmar betrug 42,5%.

13. Das Vorkommen des *A. punctatum* in Häusern von verschiedenem Alter zeigte im großen ganzen dieselbe Tendenz, wie für den Hausbockkäfer, d. h. eine allmähliche Zunahme mit steigendem Alter. In älteren Gebäuden (> 50 Jahre) allerdings trat der Pochkäfer viel häufiger auf als der Hausbockkäfer (s. Tab. 16).

14. Die Verteilung des Befalls von *A. punctatum* in Gebäuden war dagegen von jener des Hausbockkäfers verschieden. Die höchste Befallsfrequenz wurde in Kellerräumen festgestellt. Das hier herrschende feuchtkühle Mikroklima, das dem Hausbockkäfer wenig zusagt, scheint den Pochkäfer zu begünstigen (s. Tab. 17).

15. Die Ausbreitung und die Intensität des Befalls von *A. punctatum* war in den meisten Fällen gering. Totalzerstörung der Häuser wurde nur in zwei Fällen konstatiert.

16. *Ernobis mollis* und *Callidium violaceum* kamen vorzugsweise auf Dachböden und in weit geringerem Maße in Wohnräumen vor. Das Auftreten dieser Arten steht bekanntlich in direktem Verhältnis zu der Menge Bauholz mit belassenen Rindenstreifen.

17. *Anobium pertinax* wurde nur in 11 Häusern, und zwar hauptsächlich in Kellerräumen nachgewiesen.

18. Schäden von Holzwespen *(Siricidae)* wurden nur in 3 Häusern festgestellt.

19. *Coniophora cerebrella* trat in den untersuchten Häusern relativ selten (4,1% der Häuser) auf. Beschädigt wurde in der Regel das Holz in Kellerräumen.

20. *Merulius lacrymans* kam viel häufiger vor (19,5% der untersuchten Häuser) und wurde fast ausschließlich auf Dachböden festgestellt. Zusammenhang zwischen der Frequenz dieses Pilzes und dem Alter der untersuchten Häuser konnte nicht nachgewiesen werden.

Benutzte Literatur

BRAMMANIS, L., 1940. Mezkopja darbs un zinatno. — Riga.
MÄÄR, A., 1935. *Hylotrupus bajulus* L. in Estonia. — Estland. forstw. Jahrb. Tartu.
STEINER, P., 1937. Hausbockuntersuchungen. Über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Eistadium und Bemerkungen zur Biologie der Imago. — Zeitschrift für angewandte Entomologie.
TRÄGÅRDH, I., 1935. De trägnagande insekternas skadegörelse i vara byggnader. — Byggmästaren, nr 15.
— — 1939. De trägnagande insekternas skadegörelse i vara byggnader. — Byggmästaren, nr 38.
— — 1950. Inomhus förkommande virkesförstörande insekter samt medlen att bekämpa desamma. — Kungl. Byggnadsstyrels. publ. 1949: 1, Stockholm.
Erhebungen des Verbandes öffentlicher Feuerversicherungsanstalten in Deutschland über den Befall des deutschen Gebäudebestandes durch den Hausbockkäfer *(Hylotrupes bajulus* L.). — Berlin-Dahlem 1938.

Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala

Von

GÜNTHER BECKER

(Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem)[1])

Mit 10 Abbildungen

Inhalt:

I. Borkenkäferschäden in Amerika S. 187. — II. Die Nadelwälder Guatemalas S. 188. — 1. Allgemeines S. 188. — 2. Die Koniferenarten S. 190. — 3. Zustand und Gefährdung S. 192. — III. Verbreitung und Umfang der *Dendroctonus*-Schäden in Guatemala S. 193. — 1. Bisher Bekanntes S. 193. — 2. Eigene Feststellungen S. 194. — 3. Allgemeines Ergebnis S. 197. — IV. Die *Dendroctonus*-Arten in Guatemala S. 198. —

[1]) Herrn Geheimrat Prof. Dr. Dr. h. c. Karl Escherich zum 80. Geburtstag.

1. Ältere Angaben. S. 199. — 2. *Dendroctonus adjunctus* Blandford S. 199. — 3. *Dendroctonus mexicanus* Hopkins S. 199. — 4. *Dendroctonus parallelocollis* Chapuis S. 200. — 5. *Dendroctonus valens* Le Conte S. 200. — V. Beobachtungen über den Gradationsverlauf S. 201. — 1. Ursachen und Entwicklung der Kalamität S. 201. — 2. *Pinus*-Resistenz S. 202. — 3. Das Ende der Gradationen S. 203. — 4. Die Bedeutung von Feinden und Parasiten S. 205. — 5. Erklärungsversuch und Folgerungen S. 206. — VI. Zusammenfassung S. 208. — VII. Literatur S. 209.

Im Rahmen eines Forschungs- und Beratungsauftrages der Food and Agriculture Organization (FAO) der Vereinten Nationen (UN) hatte der Verfasser Gelegenheit, von Anfang März bis Ende Mai 1951 in Guatemala (Mittelamerika) über Forst- und Holzschädlinge zu arbeiten. Dabei stand die Untersuchung einer *Dendroctonus*-Kalamität und die Vorbereitung zu deren Bekämpfung im Vordergrund. Im folgenden soll ein lediglich kurzer Übersichtsbericht über die in Guatemala vorliegenden Verhältnisse und einige Ergebnisse des Verfassers gegeben werden. Beobachtungen über die Schädlinge selbst, ihre Lebensweise, ihr Fraßbild, über Mortalität, Feinde und Parasiten sowie über die anderen Insekten des absterbenden und toten Nadelholzes sollen später zusammengestellt werden. Eine ausführliche Darstellung des *Dendroctonus*-Problems in Guatemala wird von Prof. Dr. F. Schwerdtfeger vorgenommen werden können, der die Bearbeitung für längere Zeit fortsetzt.

Für die Ermöglichung und stete Förderung der Arbeit sei der FAO und von den Herren ihrer Abteilung Forestry and Forest Products besonders Herrn N. de Felsovanyi, für Unterstützung im Lande dem Agriculturministerium, besonders Herrn Minister Brol, den Herren V. Sagastume, R. Lambour und F. Carranza, sowie dem Chef der FAO-Mission in Guatemala, Herrn M. L. Rocher, auch an dieser Stelle Dank abgestattet.

I. Borkenkäferschäden in Amerika

Während in Europa in den letzten Jahren eine Gradation der Fichtenborkenkäfer von vorher ungekanntem Ausmaß ablief, fehlte es auch in den Nadelwäldern Amerikas nicht an schweren Kalamitäten durch Scolytiden. Hier sind es vor allem *Dendroctonus*-Arten, die als Primärschädlinge Waldverluste stärkster Form verursachen, und sie gefährden besonders die zahlreichen in Amerika heimischen *Pinus*-Arten.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika befällt nach einer Zusammenstellung von F. P. Keen (1949) *Dendroctonus frontalis* Zimm. (der gefürchtete „southern pine bark beetle") alle Kiefern- und Fichtenarten von Pennsylvanien bis Florida im Süden und Arkansas und Texas im Westen. *D. brevicornis* Lec. („western pine beetle") greift *Pinus ponderosa* Lawson („ponderosa pine") und *Pinus coulteri* Lamb. („Coulter pine") in den Pazifik-Staaten, in Idaho, Montana und Britisch-Columbien an. *D. monticolae* Hopk. („mountain pine beetle") lebt in *Pinus contorta var. latifolia* Engelm. („lodgepole pine"), *P. monticola* D. Don. („western white pine"), *P. lambertiana* Dougl. („sugarpine") und anderen Arten im Pazifik-Bereich und den nördlichen Rocky Mountains. *D. ponderosae* Hopk. („Black Hills beetle") tötet *P. ponderosa* und *P. contorta latifolia* in den Black Hills in Süd-Dakota und in den mittleren und südlichen Rocky Mountains. *D. jeffreyi* Hopk. („Jeffrey pine beetle") zerstört in Kalifornien *P. jeffreyi* Gerv. & Balf. („Jeffrey pine"). In geschwächten oder verletzten Stämmen aller *Pinus*-Arten schließlich entwickeln sich, offenbar ohne gefährliche Primärschädlinge zu werden, *D. valens* Lec. und *D. terebrans* Oliv. (die sogenannte „turpentine beetles").

In den westlichen Gebieten der Vereinigten Staaten haben *D. brevicornis, D. ponderosae* und *D. monticolae* nach Keen in der Zeit von 1926 bis 1946 über 100 000 fm Kiefernholz vernichtet. *D. engelmanni* Hopk.

hat nach N. D. WYGANT und A. L. NELSON (1949) in den Jahren 1942 bis 1948 etwa 10 Mill. fm von *Picea engelmannii* Engelm. („Engelmann-Fichte") zum Absterben gebracht. Die zweite Zahl entspricht größenordnungsmäßig dem *Ips typographus*-Schaden in Mitteleuropa, der allein im östlichen Teil Deutschlands bis 1948 einen Betrag von rund 4,5 Mill. fm Schadholz (nach G. RECKMANN 1949) erbrachte und für Gesamt-Deutschland (nach Angabe von F. SCHWERDTFEGER) auf nahezu 20 Mill. fm geschätzt wird.

Starke Borkenkäferschäden werden seit langem aus Mexiko gemeldet. Schon A. D. HOPKINS hat 1909 *Dendroctonus mexicanus* Hopk. und *D. parallelocollis* Chapuis aus Mittel- und Südmexiko beschrieben und ihre wirtschaftliche Bedeutung betont.

Seit HOPKINS (1909) gilt Guatemala als südliche Verbreitungsgrenze der ganzen Gattung *Dendroctonus*. Die Käfer sollen aber auch noch im angrenzenden Honduras schädlich werden.

II. Die Nadelwälder Guatemalas[1])

1. Allgemeines

Guatemala, die nordwestlichste, an Fläche drittgrößte der mittelamerikanischen Republiken, 109 000 km² groß mit knapp 3 Mill. Einwohnern, hat bei starken Höhenunterschieden eine ausgeprägte Gliederung und Mannigfaltigkeit seines Landschaftsbildes (Abb. 1). Mit C. SAPPER (1899) kann man vier von Nordosten nach Südwesten verlaufende, nach Nordwesten zu aufeinanderfolgende Hauptgebiete unterscheiden. Der pazifischen Küste entlang erstreckt sich eine rund 50 bis 60 km breite Ebene. Aus ihr steigt steil und meist unvermittelt die geologisch verhältnismäßig junge mittelamerikanische Kordillere (von SAPPER das „Rückengebirge von Guatemala" genannt) mit zahlreichen Vulkanen von 3000 bis 4000 m Höhe auf. Einige von ihnen sind noch tätig. Dieser breite Hochgebirgszug, der im Westen des Landes verschiedene ansehnliche Gebiete mit Höhen über 2500 m umfaßt, fällt nach NW allmählich ab. Auf diesen tieferliegenden Streifen folgt als dritte Formation eine neue Kette von Gebirgszügen. Von ihnen erreichen die Sierra de las Minas im Osten und die Sierra de Chuacús in der Mitte des Landes nur mit den Gipfeln Höhen über 2500 m, während die umfangreichere und breitere Sierra de las Cuchumatanes im Westen Guatemalas, der mexikanischen Grenze benachbart, an vielen Stellen 3500 m übersteigt. Nach Norden und Nordosten zu schließt sich ein weites, allmählich flacher werdendes Gebiet in Richtung der Halbinsel Jucatan und zum Golf von Honduras hin an.

Nadelwälder reichen in den Gebirgen des tropischen Mittelamerika bekanntlich bis Costarica. Die Gebiete Guatemalas, in denen vorzugsweise Koniferen gedeihen oder noch wachsen können, betragen nach HOLDRIDGE, LAMB und MASON etwa ein Fünftel (bis ein Viertel) des Landes. Ein großer Teil dieser Fläche aber ist Acker- oder Weideland. Besonders in den hohen Lagen über 2500 m (aber auch in der Sierra de las Minas) gibt es noch große zusammenhängende

[1]) Außer den eigenen Erfahrungen des Verf. ist hier ergänzend die noch nicht veröffentlichte Arbeit von L. R. HOLDRIDGE, F. B. LAMB und B. MASON benutzt worden. Für ihr Einverständnis dazu sei den Verfassern gedankt.

Abb. 1. Höhenkarte des westlichen und mittleren Guatemala nach C. SAPPER 1899. (Gez. von F. BORMANN)

Abb. 2.
Lockerer Bestand von *Pinus montezumae* LAMB. in ≈ 1800 m Höhe in der Provinz Huehuetenango. (Alle Aufnahmen: G. Becker)

Nadelwaldungen; an anderen Stellen sind diese durch Rodungen in grössere und kleinere Teilstücke aufgespalten. Genaue Angaben über den Waldbestand liegen nicht vor. Er verkleinert sich beständig, und viele Landesteile, die noch vor wenigen Jahrzehnten bewaldet waren, sind nun arm an Bäumen. Nur einzelne Stämme, deren untere Äste entfernt sind, erinnern auf den Maisfeldern und sonstigen Acker- oder Weideflächen an den früheren Baumbestand. Vielenorts durchsetzen Laubhölzer den Nadelwald, oder sie treten ganz an seine Stelle. Eine genauere Schilderung dieser pflanzengeographischen Verhältnisse erübrigt sich aber hier. Besonders in den höheren Lagen über 2000 m herrscht — von feuchten und zugleich wärmeren Plätzen abgesehen —, reiner Nadelwald vor.

2. Die Koniferenarten

Die bei weitem häufigsten Koniferen des Landes sind *Pinus*-Arten. Die Kenntnis von ihnen ist aber noch mangelhaft, ihre Beschreibungen sind unvollständig, und das erklärt die Widersprüche in den Angaben über Artenzahl und Vorkommen bei A. FRANKE (1941) und F. HESKE (1947) einerseits, P. C. STANDLEY (1941) und HOLDRIDGE, LAMB u. MASON (unveröff.) andererseits. Eine von F. SCHWERDTFEGER beabsichtigte Bearbeitung wird manches berichtigen müssen, und auch die folgende kurze Darstellung ist zwangsläufig unvollständig oder an einigen Stellen änderungsbedürftig und soll nur einen allgemeinen Überblick vermitteln.

Unterhalb von größenordnungsmäßig 2000 m finden sich *Pinus carribaea* Morelet (= *(P. cubensis* Griseb.), die der europäischen *Pinus silvestris* im Habitus am meisten ähnelt, *Pinus montezumae* Lamb. mit leuchterartigem Astwuchs, langen Nadeln in ornamentalen Büscheln an den Zweigenden und sehr großen Zapfen (Abb. 2), *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus patula* Schiede und *Pinus teocote* Schlecht u. Cham. (Abb. 3) mit verhältnismäßig kurzen Nadeln, kleinen Zapfen und lockerem, dünnem Wuchs und

Pinus pseudostrobus Lindl. (Abb. 4) mit sehr — bis zu 40 cm — langen, herabhängenden Nadeln und meist sehr gleichmäßigem Wuchs eine besonders formschöne und darum auch oft in Anlagen angebaute Art. Ob daneben noch andere Arten (z. B. *P. tenuifolia)* vorkommen, bedarf der Untersuchung.

Während *Pinus caribaea, P. oocarpa, P. patula* und *P. teocote* nur bis in Höhenlagen von ungefähr 1800 bis 2000 m hinaufreichen, kommt die an vielen Stellen des Landes sehr verbreitete *pseudostrobus*-Kiefer bis in Höhen von rund 2500 m gut entwickelt vor. Ungefähr von dieser Grenze an aufwärts gedeiht *Pinus ayacahuite* Ehrenb. (Abb. 5). Diese Art hat als einzige Kiefer in Guatemala eine tannenähnliche, graue, glatte Rinde, die sich leicht ablösen läßt. Auch in der Wuchsform und mit ihren kurzen blaugrünen Nadeln erinnert sie an *Abies;* die Zapfen werden über 30 cm lang. An vielen Stellen des Hochgebirges bildet diese Kiefer fast reine Bestände.

Abb. 3. ***Pinus teocote*** SCHLECHT u. CHAM. in 1800 m Höhe bei Estancia la Virgen

Von größenordnungsmäßig 2000 bis ebenfalls in Höhenlagen von etwa 3500 m hinauf wächst außerdem *Pinus rudis* Endl. (Abb. 5 und 7). Diese weit verbreitete Hochlandart ist die hauptsächlich von *Dendroctonus* bedrohte Kiefer. Von ihren Eigenschaften sind besonders dicke, rauhe, schwer ablösbare Rinde und ein hoher Harzgehalt, der bei jeder Verletzung deutlich wird und dem Baum einen starken Duft verleiht, bemerkenswert. Sie wird wegen des rötlichen Holzes als „pino rocho" oder „pino colorado" bezeichnet, während *P. ayacahuite* „pino blanco" genannt wird. Beide Arten wachsen zu großen Bäumen bis zu 30 m und mehr heran.

Neben den genannten Kiefern tritt in feuchteren höheren Lagen, meist in geringerer Anzahl, aber ebenfalls zu stattlichen Bäumen entwickelt, *Abies religiosa* Lindl. (von STANDLEY als *Abies guatemalensis* bezeichnet), die einzige Tannenart des Landes, auf. Im Westen bildet sie stellenweise etwas größere Bestände. Kennzeichnend für viele Teile der Gebirge Guatemalas, besonders wiederum des westlichen Hochlandes, ist ferner das Vor-

Abb. 4. *Pinus pseudostrobus* LINDL. in ≈2000 m Höhe oberhalb Chiantla

Abb. 5. Freistehender jüngerer Baum von *Pinus rudis* ENDL. in 2500 m Höhe bei Quezaltenango

kommen von *Cupressus lusitanica* Mill. Außerdem wächst in Guatemala *C. benthami* Endl. Es gibt prächtige alte, natürliche Bestände der formschönen Cypressen. Sie gedeihen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen und werden wegen ihres wertvollen resistenten Holzes viel, vorzugsweise auch an den Straßen entlang, angepflanzt. — An den Altos Cuchumatanes kommt ferner *Juniperus* in größerer Zahl vor (nach HOLDRIDGE u. LAMB *J. standleyi,* seltener auch *J. comitana),* während *Taxodium mexicanum* Carr. (= *T. mucronatum* Ten.), *Araucaria excelsa* R. Br. und *Thuja* seltener sind.

3. Zustand und Gefährdung

Überall handelt es sich ausschließlich um natürlich gewachsenen Wald. Infolge der Naturverjüngung sind meist im gleichen Bestand alle Altersstufen der vorhandenen Arten vertreten und auch diese bunt gemischt. Die Wuchsdichte ist verschieden. Von ganz geringen Ausnahmen (zu denen die Cypressen-Anpflanzung gehört) abgesehen, wird weder künstlich nachgepflanzt, noch das Vorhandene gelichtet. Auch der Einschlag der Bäume erfolgt meist ohne ein den Waldbestand förderndes System. Die Qualität des Nadelholzes ist daher vielfach wegen häufiger Stammverzweigungen, vieler Äste, starker Abholzigkeit, Drehwuchs oder anderer Wuchsfehler mangelhaft. Außer dem laufenden Einschlag zerstören unkontrollierte Rodungsbrände der Indianer, die etwa 70% der Bevölkerung ausmachen, ständig ansehnliche Waldgebiete.

Die vom Feuer getöteten Bäume stehen oder liegen oft jahrelang ungenutzt umher, während daneben gesunde Stämme als Brennholz gefällt werden. — *Pinus rudis, P. montezumae* und zum Teil auch *P. oocarpa, P. patula, P. teocote* und *P. caribaea* werden zur Harz- und gleichzeitig auch zur Kien-(„ocote") Gewinnung so unvernünftig tief angeschlagen, daß sie im Sturme brechen oder allmählich eingehen. Von *Pinus ayacahuite* schließlich, deren Rinde einen hohen Gehalt an Tannin hat, wird diese vielfach im unteren Teil des Stammes entfernt, so daß die Bäume absterben; der übrige Teil der Rinde und oft auch das tote Holz der besten Stämme bleiben ungenutzt.

Abb. 6. *Pinus ayacahuite* EHRENB. (links) in ≈3000 m Höhe bei Desconsuelo. Im Vordergrund zwei von *Dendroctonus* abgetötete *P. rudis* ENDL

Zu diesen von Menschen laufend angerichteten Waldverwüstungen, um deren Abstellung sich die Forstverwaltung des Landes bemüht, kommt nun seit langem — durch die geschilderten Verhältnisse gefördert — die Tätigkeit der Borkenkäfer hinzu. Drei *Dendroctonus*-Arten sind ausgesprochene Primärschädlinge an *Pinus*, während eine vierte *Dendroctonus*-Art und *Ips*-Arten (*Ips interstitialis* Eichh., *I. cribricollis* Eichh. und *I. concinnus* Mann. u. a.) völlig gesunde Bäume offenbar nicht angreifen. — Andere Forstschädlinge sollen unberücksichtigt bleiben.

III. Verbreitung und Umfang der *Dendroctonus*-Schäden in Guatemala

1. Bisher Bekanntes

Nach den Aufzeichnungen von H. M. Sierra, die dieser freundlicherweise zur Einsicht zur Verfügung stellte, haben 1928 Bardales und Riccio im Auftrage der Regierung von Guatemala die befallenen *Pinus*-Wälder bereist und Insekten zur Bestimmung nach USA geschickt. — Bates untersuchte 1929 die Wälder von Totonicapán. — Im Februar 1931 äußert sich der Minister Cruz zu den Schäden. — Im folgenden Jahre hat der cubanische Entomologe R. Arango die Wälder von Totonicapán besichtigt.

Abb. 7. *Dendroctonus*-Schadfläche mit noch stehenden kahlen Stämmen in ≈3000 m Höhe bei Desconsuelo. Vorn junge Bäume von *P. rudis*. Im Hintergrund *P. ayacahuite*

Im Schrifttum berichtet erstmalig M. BATES 1930 von Primärschäden an *Pinus* durch *Dendroctonus* im Gebiet von Tecpán. — J. A. ALVARADO (1939), der 1936 die Gebirgswälder Guatemalas bereist hat, um im Auftrag der Regierung Umfang und Ursache der Schäden im Westen des Landes zu untersuchen, berichtet von schweren Waldverwüstungen in den Cuchumantanes (Provinz Huehuetenango) sowie im Bereich von Totonicapán und Tecpán. Die von ihm dargestellte Verbreitungskarte, bei der nicht klar ist, welche Art der Verf. meint, erscheint etwas fragwürdig, da er für viele Gebiete *Dendroctonus*-Verbreitung angibt, die er nicht gesehen hat. Auf dieser Karte ist fast die gesamte Provinz Huehuetenango und fast der gesamte Gebirgsteil der Provinz San Marcos als befallen angegeben. — J. R. JOHNSTON nennt 1939 als befallen die Gebiete von Tecpán, den Raum von Chichoy bis Maria Tecún, Desconsuelo, die Höhe von Totonicapán sowie als neubetroffen die Täler unterhalb von Totonicapán, den Bereich von Salamá sowie die Wälder an der Straße bei Sija. — Die beiden letzteren Verfasser stimmen darin überein, daß es sich zum Teil um weiter zurückliegende Schäden handelt und der *Dendroctonus*-Befall der *Pinus*-Wälder in Guatemala bereits vor 1925 begonnen haben muß.

L. R. HOLDRIDGE und F. B. LAMB, die den allgemeinen Zustand der Wälder Guatemalas 1950 untersucht haben, berichten von starkem Befall im Gebiet von Maria Tecún zwischen Totonicapán und Los Encuentros und einzelnen Herden oberhalb von Tecpán und bei Aguas Calientes an der Straße nach Huehuetenango. Sie rechnen mit der Möglichkeit weiterer *Dendroctonus*-Herde in anderen Teilen des Landes. Aufzeichnungen oder Erhebungen irgendwelcher Art seitens der Forstverwaltungen des Landes bestehen bisher nicht.

2. Eigene Feststellungen

Die folgenden eigenen Angaben sind das Ergebnis verschiedener Fahrten in den Monaten März bis Mai 1951. Da meist nur das Gebiet in

Nähe der Straße untersucht werden konnte, sind auch diese Beobachtungen zwangsläufig unvollständig. Einige ergänzende Beobachtungen konnten vom Flugzeug aus gemacht werden.

Das gegenwärtige Zentrum des schweren Befalls liegt offensichtlich in dem Gebiet zwischen Los Encuentros und Totonicapán (vgl. Abb. 1), und zwar in Höhenbereichen von 2500 bis 3000 m ü. d. M. Besonders zwischen Los Encuentros und Desconsuelo befinden sich noch die abgestorbenen nadellosen *Pinus*-Stämme des 10 bis 20 Jahre zurückliegenden Befalls (Abb. 6 und 7). Meist in Gruppen von etwa 100 bis 2000 Stämmen nesterweise zusammenstehend, sind die meisten *Pinus rudis* von *Dendroctonus* abgetötet, und nur die Stämme von *Pinus ayacahuite* und einzelne, meist jüngere Bäume von *Pinus rudis* heben sich grün und unversehrt aus diesen Baumfriedhöfen heraus. (Abb. 7.) Stellenweise sind die toten Stämme bereits gestürzt. (Abb. 8.)

Abb. 8. Bereits gestürzte Stämme in einem *Dendroctonus*-Schadgebiet in 3200 m Höhe bei Los Trojados. Links abgestorbene Kiefern mit hängenden braunen Nadeln. Rechts zwei noch grüne Bäume

Alle diese Gradationen sind räumlich begrenzt und haben offenbar jeweils ein natürliches Ende gefunden, — jedenfalls ist in sehr vielen Fällen an den Rändern dieser alten *Dendroctonus*-Herde kein lebender Befall mehr in Stämmen oder Stubben zu finden. — Aber die Schäden flammen immer wieder an zahlreichen neuen, von größeren alten Befallsgebieten oft weit entfernten Stellen auf und erfassen hier wiederum kleinere oder größere Gruppen von Bäumen.

Auch in dem bereits seit langem genannten Raum von Tecpán schreitet die Plage weiter fort. Nach Süden und Südosten zu gibt es den Käfer bei Chocoyos und an der Straße von Patzizia nach Tecpán in Nähe von Patzizia. Hier kommt *Dendroctonus* noch vereinzelt in verhältnismäßig niedrigen Lagen von 2000 bis 2200 m vor. Neuen beachtenswerten Befall der letzten Jahre, der sich gegenwärtig weiter ausbreitet, fanden wir im Westen der Kordillere in unmittelbarer Nähe der Stadt Quezaltenango in

2400 bis 2500 m Höhe, besonders im Gebiet des Berges Baul und an der Straße nach Totonicapán.

Die bei weitem schwersten Schäden durch *Dendroctonus* hat es in den hohen Lagen der Sierra de Cuchumatanes gegeben. Der Höhepunkt des Befalls muß wohl ungefähr zwischen 1920 und 1930 gewesen sein; die Gradation dürfte aber schon früher begonnen haben. Besonders im Raum von Chemál sind damals auf weiten Flächen um und über 3000 m Höhe sämtliche Kiefern bis auf die jüngsten Bäume vernichtet worden. In riesigen Mengen liegen die inzwischen stark verrotteten, aber meist in der alten Form erhaltenen Stämme auf den Hängen und Hochflächen umher, ein Teil von ihnen steht noch immer aufrecht. (Abb. 9.) Inzwischen bedeckt natürlicher Nachwuchs von grünen *Pinus rudis*-Beständen bis zu mittelstarken Bäumen viele Stellen des Befallsgebietes, auf andern Flächen fehlt er aber noch. Frischen Befall fanden wir im südlichen Teil der Cuchumatanes entlang der Straße von Chiantla nach Chemál nicht, im mittleren Teil kommt er nur vereinzelt vor. Im nördlichen Bereich dieses Gebirges bei San Mateo Ixtatán soll[1]) der Neubefall durch *Dendroctonus* stärker sein.

Während im Bereich der Kordillere — zwischen Tecpán und Los Encuentros im Osten, Totonicapán und Quezaltenango im Westen — begrenzte Befallsgebiete durch *Dendroctonus*, die räumlich voneinander durch unversehrte Waldflächen getrennt werden, kennzeichnend sind, ist in den Cuchumatanes der gesamte ältere Baumbestand im Verlaufe der Kalamität zugrundegerichtet worden. Wie der Ablauf dieser Waldvernichtung vor sich ging und über welchen Zeitraum er sich erstreckt hat, läßt sich anscheinend nicht mehr mit Sicherheit ermitteln. In diesem Zusammenhang dürfte es

[1]) Nach Aussage der Herren M. L. ROCHER und R. LAMBOUR.

Abb. 9.
Vor längerer Zeit von *Dendroctonus* zerstörte Waldgebiete in den Altos Cuchumatanes in ≈3100 m Höhe

erwähnenswert sein, daß in dem in der zurückliegenden Zeit so stark verheerten mittleren Teil der Cuchumatanes *Pinus ayacahuite* fehlt und in den hohen Lagen — wenigstens jetzt — nur *Pinus rudis* als einzige *Pinus*-Art vorkommt.

Über das Auftreten von *Dendroctonus* in der westlichsten, Mexiko benachbarten Provinz San Marcos war bisher nichts Sicheres bekannt. Wir fanden frischen Befall durch *Dendroctonus* an der Straße von Quezaltenango nach San Marcos zwischen Ostuncalco und San Antonio. Sind es in diesen an *Pinus rudis* armen Gebieten jeweils nur einzelne Stämme, die von *Dendroctonus* abgetötet wurden, so findet man braune Flächen und größere kahle Bestände älteren Befalls nördlich der Stadt San Marcos an der Straße nach San Lorenzo. Andere größere Befallsgebiete sollen sich nach Aussage der Forstinspektion von San Marcos weiter nördlich bei Tutuapa befinden. Einzelne befallene Stämme stehen auch in den Bergen südlich des Ortes San Marcos.

In dem schon von Holdridge und Lamb angegebenen Befallsgebiet um Aguas Calientes an der Straße nach Huehuetenango hat sich *Dendroctonus* anscheinend nicht weiter ausgedehnt; er brütet dort vereinzelt oder in kleineren Bestandesgruppen, vorwiegend in Bäumen, die vom Feuer geschädigt sind, wird aber stellenweise anscheinend auch gesunden Bäumen gefährlich.

Das Gebiet nördlich von Totonicapán an der Straße nach Momostenango wird von R. J. Johnston (1939) als ein Beispiel noch unversehrter Waldungen angegeben und galt als solches auch bei der zuständigen Forstverwaltung. Doch fanden wir entlang der Straße nach Momostenango ebenfalls an verschiedenen Stellen vereinzelt und seltener auch in Gruppen vor kurzem abgetötete *P. pseudostrobus* mit noch am Baum befindlichen braunen Nadeln und lebender Käferbrut.

Die Gebiete um Santa Cruz del Quiché und Santo Tomás Chichicastenango galten bisher gleichfalls als nicht von *Dendroctonus* heimgesuchte Landesteile. An der Straße von Totonicapán nach Santa Cruz del Quiché stehen zunächst reine *Pinus ayacahuite*-Bestände; später kommt *P. rudis* neben Laubhölzern hinzu. Selbst wo *P. rudis* nur vereinzelt steht, wurden befallene Stämme, von denen ein Teil noch grüne Nadeln trug, gefunden. In der Nähe von S. C. d. Quiché wächst in etwas tieferen (unterhalb 2000 m) und trockeneren Lagen *Pinus montezumae*. In diesen meist aufgelockerten Waldteilen wurde kein *Dendroctonus*-Befall festgestellt. Aber auf der andern Seite von S. C. d. Quiché, an der Straße nach Chichicastenango, ist die dort erneut einsetzende Kiefer *P. rudis* wiederum von *Dendroctonus* befallen und — noch vereinzelt — teils braun, teils grün Dieser Streubefall an *P. rudis und P. pseudostrobus* reicht bis in den Raum von Chichicastenango und setzt sich in Richtung Los Encuentros fort, um hier dann in den enger stehenden Verbänden jeweils mehr Stämme zu erfassen.

In der Sierra de Chuacús fanden wir *Dendroctonus* weder im Osten an der Straße von Cóncua nach Rabinál, noch im Westen an der Straße von Santa Cruz del Quiché nach Zacapulas. Johnston hatte 1939 den Raum von Salamá, ohne nähere Ortsangabe, als befallen angegeben. Die laufende sehr starke Exploitation in diesen Gebieten, die nur noch geringe Reste des Waldes übriggelassen hat, mag einer der Gründe für das Verschwinden oder Zurückgehen von *Dendroctonus* in diesem Gebiet sein. Daß sein Vorkommen nicht klimatisch gehindert wird, zeigen vereinzelte Funde von *Dendroctonus adjunctus* in den höheren Lagen der Sierra de las Minas an der Straße von San Jerónimo nach Morazán. Gradationen liegen aber auch in den anderen Teilen dieses Gebirgszuges, die wir nicht sehen konnten, nach den darüber erreichbaren Angaben nicht vor.

3. Allgemeines Ergebnis

Der Gesamtschaden ist schwer zu übersehen. Unterlagen statistischer Art über früheren Befall gibt es nicht. Die gegenwärtige Ausdehnung ist nicht genau bekannt und ihre sichere Ermittlung wird durch die schwere Zugänglichkeit vieler Gebiete gehemmt. Abschätzungen des vorhandenen Befalls sind wegen der überall nach Alter und Baumart sehr unterschiedlichen Waldzusammensetzung nur in weiten Grenzen möglich. Ein zahlenmäßiger Überblick wird weiterhin erschwert, weil zum Teil befallene Be-

stände mit geschlagen worden sind, die Grenze des primären Befalls aber nachträglich schwer festzustellen ist. Nach einer ganz groben Schätzung, die sehr mit Vorsicht zu benutzen ist und nach eingehender Untersuchung wohl geändert werden muß, mag *Dendroctonus* gegenwärtig in dem gesamten Befallsgebiet in ungefähr 10 000 bis 30 000 Stämmen von *Pinus rudis* mit vielleicht 10 000 bis 20 000 fm Nutzholz brüten. Der Schaden der letzten 20 Jahre dürfte mit rund 200 000 bis 400 000 fm Holzverlust nicht zu hoch angerechnet sein.

Der zeitliche Beginn des *Pinus*-Sterbens durch *Dendroctonus* ist schwer festzustellen. In dem heutigen Hauptbefallsgebiet, dem Rückengebirge von Guatemala, kann der Schädling am Ende des 19. Jahrhunderts kaum eine Bedeutung gehabt haben, sonst hätte ihn eigentlich G. C. CHAMPION, der so viele bis dahin unbekannte Scolytiden und Cossoninen in Guatemala gesammelt hat, im „Quiché-Gebirge" finden müssen; BLANDFORD hatte von ihm nur 2 Käfer aus Totonicapán. In diesem Gebiet scheinen die ersten bedeutenden Schäden vor ungefähr 25 Jahren aufgetreten zu sein. In den Altos Cuchumatanes müssen sie aber zu dieser Zeit bereits erheblich gewesen sein.

Die geographische Lage der Hauptschadgebiete zeigt eine deutliche Bevorzugung der höheren Gebirgsbereiche. (Vgl. Abb. 1.) Bei etwa 2500 m ü. d. M. scheint in diesem Lande die untere Grenze für eine Massenentwicklung der Käfer, wohl aber noch nicht für ihr Vorkommen zu liegen; dieses endet bei ungefähr 2000 m. Diese Verbreitungsgrenze ist sicherlich temperaturbedingt, und zwar wahrscheinlich unmittelbar und nicht indirekt über die Verbreitung der anfälligen *Pinus*-Arten. Die obere Grenze liegt natürlich — entsprechend den Klimaverhältnissen in den Tropen ebenso wie die Baumgrenze — wesentlich höher, als es von Borkenkäferschäden in gemäßigten Gebieten bekannt ist. In 3000 bis 3500 m Höhe sind, wie Beispiele im Raum zwischen Los Encuentros und Los Trojados und an andern Stellen in den Provinzen Sololá und Totonicapán sowie besonders die Flächenverwüstungen in den Cuchumatanes (Provinz Huehuetenango) zeigen, Gradationen nicht nur möglich, sondern geläufig. — Eine gewisse Abhängigkeit scheint auch von der Feuchtigkeit zu bestehen; in den trockenen Lagen ist der Befall offenbar geringer als in den feuchteren. Die durchschnittliche Niederschlagsmenge in den Hauptbefallsgebieten beträgt ungefähr 1500 bis 2500 mm. — Die Beziehungen zwischen dem Klima einerseits, der Entwicklung von *Dendroctonus* und den übrigen Gliedern der Biozönose andererseits bedürfen indessen ebenso wie die Frage der Entwicklungsmöglichkeit in verschiedenen *Pinus*-Arten noch einer eingehenden Analyse; diese kann möglicherweise zu anderen Ergebnissen führen, als sie in dem vorliegenden Überblick dargestellt sind.

IV. Die *Dendroctonus*-Arten in Guatemala

Eine Beschreibung des Aussehens der Tiere und Beiträge zur Kenntnis ihrer Lebensweise und ihres Fraßbildes sollen nicht in dieser, sondern einer späteren Arbeit gegeben werden. Hier ist nur zusammengestellt, welche Arten, wo und an welchen Kiefern sie gefunden wurden.

Die Bestimmung oder Kontrollbestimmung der gesammelten Scolytiden hat freundlicherweise Herr Dr. T. O. THATCHER (Fort Collins — Colorado — USA) übernommen, dem auch an dieser Stelle dafür herzlich gedankt sei. (Bis zum Druck dieser Arbeit war von den *Dendroctonus*-Bestimmungen von ihm allerdings erst *D. adjunctus* bestätigt.)

1. Ältere Angaben

W. Blandford hat 1897 in seiner Monographie der Scolytiden Mittelamerikas *Dendroctonus adjunctus* nach Funden von G. C. Champion bei Totonicapán als neue Art beschrieben. Als zweite Art in Guatemala führt er *Dendroctonus terebrans* Oliv. = *D. valens* Le Conte aus Cobán an. A. D. Hopkins schließt sich seinen Angaben 1909 an. M. Bates gibt 1930 an, daß das *Pinus*-Sterben in Guatemala durch *Dendroctonus adjunctus* Blandf. und *D. mexicanus* Hopk. hervorgerufen sei. J. R. Johnston übernimmt 1939 diese Namen, während J. A. Alvarado (1939) als die verbreitetste Art *D. frontalis* und daneben für die westlichen Gebiete im Bereich von Huehuetenango *D. mexicanus* nennt; eine größere *Dendroctonus*-Art, deren Namen er nicht kennt, hält er für harmlos. Holdridge, Lamb und Mason bezeichnen als schädliche Arten wiederum *D. adjunctus* und *D. mexicanus*, ohne auf ihre Verbreitung im einzelnen einzugehen, und erwähnen das Vorkommen des ungefährlichen *Ips cribricollis*.

2. *Dendroctonus adjunctus* Blandford

Dendroctonus adjunctus ist offenbar, — soweit die kurze Untersuchungszeit, die dem Verf. während des Vorkommens von Imagines zur Verfügung stand, ein Urteil zuläßt, — die am meisten verbreitete und wirtschaftlich wichtigste Art in Guatemala. Sie wurde ausnahmslos an allen Stellen gefunden, für die im vorhergehenden Abschnitt ein *Dendroctonus*-Vorkommen beschrieben worden ist. Wo sie gemeinsam mit anderen Arten auftrat, überwog sie zahlenmäßig. Im Bereiche von Gradationen im ganzen Raum zwischen Tecpán und Quezaltenango, die eine größere Anzahl von Bäumen erfaßt hatten, war *D. adjunctus* nach den bisherigen Beobachtungen der einzige oder zumindest der zahlenmäßig überwiegende *Pinus*-Schädling. Die noch erhaltenen Fraßbilder an den schon seit längerer Zeit abgestorbenen Bäumen im Kordillerengebirge weisen darauf hin, daß hier auch früher *D. adjunctus* das Kiefernsterben verursacht hat. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob diese Feststellung allgemein zutrifft. Daß G. C. Champion, der so sorgfältig und erfolgreich in Guatemala gesammelt hat, nur *D. adjunctus* fand, deutet ebenfalls darauf hin, daß auch vor 60 Jahren dieser Käfer zumindest der verbreitetste war. — Hopkins' Name „Guatemala-Dendroctonus" („Guatemala-beetle") erscheint nach wie vor in mehrfacher Hinsicht berechtigt.

D. adjunctus brütet fast ausschließlich in *Pinus rudis*. Diese Kiefer wird laufend vernichtet. An der unteren Grenze des Befallsgebietes[1]) wurde *D. adjunctus* wiederholt auch in einzelnen Stämmen von *Pinus pseudostrobus* gefunden. Die im Befallsgebiet neben *Pinus rudis* in großer Zahl wachsende Kiefer *P. ayacahuite* bleibt verschont.

3. *Dendroctonus mexicanus* Hopkins

Dendroctonus mexicanus, („the smaller mexican pine beetle"), von Hopkins nach Funden aus dem südlichen Mexiko beschrieben, wird von Bates für den Raum von Tecpán genannt; bei den andern Autoren fehlen leider Fundortangaben. Wir fanden die Art in einem kleineren Befallsgebiet im mittleren Teil der Sierra de Cuchumatanes nördlich Chemál in 3000 m Höhe, dem einzigen, das in diesem früher so stark von *Dendroc-*

[1]) Bei Chocoyos, zwischen San Francisco el Alto und Momostenango sowie zwischen Santa Cruz del Quiché und Chichicastenango.

tonus heimgesuchten Gebirge untersucht werden konnte. Nach dem Fraßbild schienen einzelne vor einigen Jahren befallene Kiefern bei Estancia la Virgen (zwischen Sija und Huehuetenango) von *D. mexicanus* besiedelt zu sein. Im Gebirgsbereich der südlicher gelegenen Kordillere wurde *D. mexicanus* nur ein einziges Mal zusammen mit *D. adjunctus* und *D. parallelocollis* an der Straße von Totonicapán nach Santa Cruz del Quiché in 2700 m Höhe gefunden. Hier waren nur einzelne Bäume befallen. Eine Beteiligung dieser Art an den gegenwärtigen und einige Zeit zurückliegenden Gradationen konnte mit Sicherheit nicht festgestellt werden. Darüber sind weitere genaue Untersuchungen erwünscht. Welchen Anteil *D. mexicanus* an den zwei bis drei Jahrzehnte zurückliegenden *Pinus*-Zerstörungen in den Cuchumatanes hatte, läßt sich nicht mehr feststellen, da die Fraßbilder in den meist rindenlosen und verrotteten Stämmen nicht mehr erhalten sind. Hinweise könnten vielleicht die jetzigen Befallsgebiete im Nordteil des Gebirges geben. Ob *D. mexicanus* tatsächlich — wie es scheint — für Guatemala eine geringe Bedeutung hat, muß bis zum Vorliegen weiterer Untersuchungen dahingestellt bleiben.

Die in Guatemala befallenen Bäume gehörten zu *Pinus rudis*. — Für Mexiko gibt HOPKINS (nach Mitteilung von A. L. HERRERA und S. J. BONANSEA) *Pinus teocotl* (wohl = *P. teocote); P. lejophilla* und *P. ayacahuite* an.

4. *Dendroctonus parallelocollis* Chapuis

Dendroctonus parallelocollis („the larger mexican pine beetle") war bisher in Guatemala noch nicht gefunden worden, sondern nur aus dem südlichen Mexico bekannt (CHAPUIS, BLANDFORD, HOPKINS). Die Art wurde zusammen mit *D. adjunctus* und *D. mexicanus* an der Straße von Totonicapán nach Santa Cruz del Quiché und ein zweites Mal mit zum Teil ungewöhnlich großen Käfern in starken Stämmen an der Straße von Quezaltenango nach San Marcos (zwischen Ostuncalco und San Antonio), in 2700 m Höhe, hier gemeinsam mit *D. adjunctus*, festgestellt. Auch auf *D. parallelocollis* muß noch weiterhin geachtet werden. Nach den bisherigen Beobachtungen hat es — auch unter Berücksichtigung des Fraßbildes, das von dem des *D. adjunctus* offenbar etwas abweicht — den Anschein, daß diese Art in Guatemala verhältnismäßig selten und nicht wesentlich an den gefährlichen Gradationen beteiligt ist.

Sie wurde in Guatemala ebenfalls nur in *Pinus rudis* gefunden. (HOPKINS vermutet für Mexiko dieselben Brutbäume wie für *D. mexicanus*, mit der die Art dort vergesellschaftet auftrat. Doch hat er auch diese nicht ganz sichere Angabe aus zweiter Hand.)

5. *Dendroctonus valens* Le Conte

Dendroctonus valens („the red turpentine beetle") ist zwar auch ein Primärschädling, hat aber nicht annähernd die Bedeutung der drei zuvor genannten Arten und vermag, wie schon gesagt, nur im Zusammenwirken mit anderen Beeinträchtigungen das Absterben einer Kiefer zu befördern oder auch zu bewirken. (Vgl. A. D. HOPKINS, F. C. CRAIGHEAD u. a.) Die vorhandenen Beobachtungen über die Verbreitung der Art in Guatemala sollen jedoch der Vollständigkeit halber hier angefügt werden. Nach HOP-

KINS (1909) und späteren Untersuchern reicht sie von Alaska und Neufundland bis nach Guatemala, für das BLANDFORD Cobán in der Alta Vera Paz als Fundort angegeben hat. Ob es sich dabei um eine einheitliche Art oder mehr oder weniger stark differenzierte Klimarassen handelt, sei dahingestellt.

Schon der erste Fundort in Guatemala zeigt, daß *D. valens* in niedrigeren Lagen vorkommt und dementsprechend mehr Wärme verträgt als die primärschädlichen *Dendroctonus*-Arten in diesem Lande. Nach ALVARADO ist er in den Wäldern von Quezaltenango und Totonicapán häufig. Wir fanden *D. valens* an vielen Stellen Guatemalas in Höhenlagen von 1500 bis 2500 m. Auch zwischen 1500 und 2000 m, wo *D. adjunctus* fehlt, beobachtet man *D. valens* regelmäßig.

Die Bedeutung der Art ist oft erörtert worden; in Guatemala verhält sie sich wie in den nördlichen Gebieten. Der Käfer findet außer frischen Stubben viele durch menschliche Einflüsse geschwächte Koniferen, in denen er brüten kann und die dann endgültig zugrundegehen. Zusammen mit Lepidopteren, die im Kambium minieren[1]), kann er aber auch bisweilen gesunde Bäume zum Absterben bringen.

D. valens lebt in Guatemala in verschiedenen *Pinus*-Arten; am häufigsten fand sich auch dieser Käfer in *Pinus rudis*.

V. Beobachtungen über den Gradationsverlauf

1. Ursachen und Entwicklung der Kalamität

Die Voraussetzungen der Kalamität sind natürlich wie immer mannigfaltig. Die geographische Verbreitung zeigte die Abhängigkeit einer Massenentwicklung der Schädlinge von der Höhenlage und damit der Temperatur; eine Verbindung mit den Feuchtigkeitsverhältnissen dürfte ebenfalls bestehen. Entscheidend schließlich sind aber wohl auch hier die Nahrungsbedingungen für die Borkenkäfer. Diese sind nun in den Nadelwäldern Guatemalas besonders günstig für die Tiere.

Erwähnt sei, daß R. ARANGO (nach H. M. SIERRA) den Larvenfraß von *Lachnosterna spec.* an den *Pinus*-Wurzeln für die primäre Ursache des Absterbens der Bäume hielt.

Die nach dem Fällen im Boden verbleibenden Stöcke, — ein wichtiger Brutplatz, in denen der Schädling sich jahrelang aufhalten kann, bis er, stärker entwickelt, lebende Bäume befällt, — sind in Guatemala oft sehr hoch, bis zu 80 cm und mehr über dem Erdboden. (Nur an einzelnen Stellen verwendet man in Guatemala Sägen beim Holzfällen. Meist werden die Bäume mit der Machete, dem armlangen Haumesser, seltener auch mit einer Axt gefällt.) Entscheidend aber sind die eingangs beschriebenen Mißstände in den Wäldern. Unkontrollierte Rodungsfeuer, die zu regelmäßigen Waldbränden führen, und die erwähnte anderweitige Schwächung insbesondere älterer Bäume sowie das lange Verbleiben kränkelnder, abgestorbener oder gefällter Stämme im Walde geben den Käfern überall hinreichende Gelegenheit, sich — von den natürlichen „eisernen" Beständen ausgehend — in größerer Menge zu entwickeln und dann auf gesunde Stämme überzugehen und die gefürchteten Primärschäden anzurichten.

[1]) Über diese Schädlinge an *Pinus* in Guatemala wird gesondert berichtet.

Immer wieder trifft man diese zumeist kleinen Herde, die von kränkelnden oder überalterten Stämmen, vom Feuer geschwächten oder durch Bodenabspülung an den Wurzeln schlechter mit Wasser versorgten, an Abhängen vom Winde gelockerten oder geworfenen oder von Menschen gefällten und liegengelassenen[1]) Bäumen ausgehen. Weit verstreut in allen in Betracht kommenden Höhenlagen, sind sie die Ausgangspunkte der beständig neu entstehenden Teilgradationen. Diese Entwicklungsquellen kann man auch bei bereits fortgeschrittenen Borkenkäferschäden finden, indem man am Verfallszustand und dem Insektensuccessionsbild der Rinde und des Holzes, an der Beschaffenheit der Benadelung und am Aussehen der Harztrichter den ungefähren Zeitpunkt des *Dendroctonus*-Befalls an den einzelnen Stämmen abzulesen und den Weg der Käferausbreitung zurückzuverfolgen versucht.

Wie es von anderen *Dendroctonus*-Arten aus Nordamerika und ebenso den europäischen Ipiden bekannt ist, werden auch von den in Guatemala schädlichen Arten beim Primärbefall zunächst vorzugsweise ältere Bäume angegriffen und als erste ein Opfer der Käfer. Sind in einem Bestand keine geschädigten oder alten Kiefern vorhanden, so findet man zu Beginn einer Gradation unter sonst gleichartigen Bäumen die Käfer zunächst an den infolge kleinerer (für den Baum sonst unwesentlicher) Verletzungen harzenden Stämmen sowie an Bäumen, die Zapfen tragen. Auch hier scheint — wie es z. B. für *Ips typographus* angegeben wird — manchmal bereits die Schwächung durch die Samenausbildung zu genügen, um sie etwas anfälliger gegen den Käferangriff zu machen. Sind aber erst einmal ein oder mehrere dicke Stämme von den Käfern dicht besiedelt, so greifen diese in den folgenden Generationen auf jüngere, wuchsfreudigere und zwar auch völlig gesunde Bäume über. Bei Gradationen größeren Ausmaßes können auch die jüngsten und wüchsigsten Stämme bis zu 5 cm Durchmesser (in 1 m Höhe) erfaßt und vernichtet werden.

2. *Pinus*-Resistenz

Nur einzelne jüngere oder mittelstarke *Pinus rudis*-Stämme pflegen sich am Rande oder im Innern der Schadgebiete am Leben zu erhalten (Abb. 10), in denen — wie gesagt — *Pinus ayacahuite* stets grün bleibt. (Abb. 7.) Ob eine physiologisch oder chemisch bedingte natürliche Resistenz einzelner *Pinus rudis*-Stämme vorliegt, ist unbekannt. Es gelang auch nicht, sichere morphologische Anhaltspunkte zu finden; sowohl knorrige, stark verästelte Bäume als auch gut gewachsene, gerade Stämme bleiben frei von Befall. Meist handelte es sich bei den unversehrten um jüngere Bäume, die noch nicht Frucht getragen hatten. Freistehende und entsprechend kräftiger gewachsene Kiefern scheinen etwas gesicherter zu sein als gleich alte, in geringem Abstand voneinander stehende. — Die natürliche Resistenz sollte — wenn es sich tatsächlich um solche handelt — zum Ausgangspunkt einer Wiederaufforstung mit *Pinus rudis* gemacht werden, wie man in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (nach F. P. KEEN) offenbar sehr erfolgreich mit *Pinus ponderosa* und *P. jeffreyi* Selektionsversuche großen Stils gegen *Dendroctonus brevicornis* angestellt hat.

[1]) Mehrfach erwiesen sich Schneiseneinhiebe zur Führung von Leitungen als Ausgangsstellen von größeren *Dendroctonus*-Schäden.

Abb. 10. ***Dendroctonus***-Schadgebiet in einem Bestand von ***Pinus rudis*** in 2500 m Höhe bei Quezaltenango. Links vorn: Stamm eines befallenen älteren Baumes mit Harztrichtern und -ausflüssen. Rechts: Abgestorbene Kiefern mittleren Alters mit hängenden (braunen) Nadeln. Links hinten: Junge, grün gebliebene *P. rudis*

In den Befallsgebieten der Kordillere gewinnt *Pinus ayacahuite* allmählich das Übergewicht. Auch die Gründe für die natürliche Resistenz dieser Art sind bisher nicht geklärt. Nach HOLDRIDGE, LAMB und MASON soll sie befallen werden, aber regelmäßig den Angriff überwinden. Möglicherweise war der Harzaustritt, den sie sahen, von anderen Insekten verursacht (in Betracht kommen Lepidopteren-Raupen); aber auch Mr. ROCHER berichtete von einzelnen *ayacahuite*-Stämmen mit *Dendroctonus*-Fraßgängen in den nördlichen Cuchumatanes. Die widerstandsfähige *ayacahuite*-Kiefer weicht in Rinden- und Kambiumbeschaffenheit, Gerbstoffgehalt, Harzgehalt und Duft weitgehend von den übrigen *Pinus*-Arten, besonders aber der *rudis*-Kiefer, ab. *Dendroctonus*-Käfer fressen abgelöste *ayacahuite*-Rinde, wenn sie im Käfigversuch keine andere Nahrung erhalten. Inwieweit sie unter natürlichen Verhältnissen der hohe Tanningehalt abschreckt, ist nicht bekannt. Ob die natürliche Resistenz von *Ayacahuite* auf ihrer Fähigkeit, den Käferangriff irgendwie abzuwehren, oder mangelnder Duft-Lockwirkung oder der morphologisch und chemisch andersartigen Rindenbeschaffenheit beruht, zu untersuchen, wäre eine ökologisch und physiologisch interessante Aufgabe.

Daß die übrigen Kiefernarten außer *P. pseudostrobus* nicht angegriffen werden, dürfte lediglich durch die verschiedenen Höhenbereiche bedingt sein, in denen diese einerseits, *Dendroctonus* andererseits auftreten.

3. Das Ende der Gradationen

Bieten Ursachen und Voraussetzungen der *Dendroctonus*-Schäden in Guatemala — abgesehen von der Frage der *Pinus-Resistenz* — nichts Neues, so ist doch der weitere Ablauf und das Ende der Gradationen biologisch

interessant. Zwar sind auch in diesem Lande in ansehnlichen zusammenhängenden Waldstücken alle oder die meisten *P. rudis*-Kiefern vernichtet worden; in gewissen Teilen der Sierra de Cuchumatanes sind auf weiten Flächen nur die seinerzeit jüngsten Bäume am Leben geblieben, bis die Kalamität zum Stillstand kam. Aber in den gegenwärtig besonders heimgesuchten Befallsgebieten der Kordillere, wo die Käfer nach den vorliegenden Berichten doch schon seit mindestens 25 Jahren auffallende Schäden anrichten, ist es nicht zu diesen unabsehbaren, ohne Bekämpfung durch den Menschen geradezu unaufhaltsamen Flächenzerstörungen gekommen, wie man es in Deutschland und anderen Teilen Europas mit *Ips typographus* erlebt hat. Immer wieder — so sieht man — ist in den Naturwäldern Guatemalas die *Dendroctonus*-Gradation in einem meist kleineren Teilgebiet zum Stillstand gekommen, ohne daß der Mensch etwas dazu getan hätte. (Denn von dem Beispiel der Sierra de Chuacús, die allmählich von den Bewohnern entwaldet wird, und den wenigen Fällen der rechtzeitigen Beseitigung eines *Dendroctonus*-Herdes in der Nähe von Ortschaften oder Verkehrsstraßen kann in diesem Zusammenhang abgesehen werden.)

Es ist aufschlußreich, in einzelnen kleineren Befallsgebieten, in denen die Käfer am Rande noch tätig sind und deren tote Stämme eine ungefähre Abschätzung des Absterbejahres zulassen, das Verhältnis von Harztrichtern oder besser (wenn möglich) der Muttergänge zu Fluglöchern, also den Fortpflanzungsindex des Schädlings zu verschiedenen Zeiten solcher Teilgradationen zu verfolgen. Dieses Zahlenverhältnis wechselt natürlich nicht nur von einem zum anderen Befallsgebiet, sondern auch innerhalb des gleichen Befallsjahres von Baum zu Baum sowie etwas in den verschiedenen Höhenlagen des einzelnen Stammes. Von diesen Schwankungen und üblichen Ausnahmen abgesehen aber kann man deutlich beobachten, wie in der Regel der Fortpflanzungsindex von Jahr zu Jahr sinkt. Beträgt er beispielsweise anfangs 20, d. h. kommen auf ein Elternpaar 20 ausfliegende Jungkäfer, so sinkt diese Zahl später auf durchschnittlich etwa 2 bis 3, ja schließlich, wie ein Teil der Stämme zeigt, unter 1, d. h. die Käferanzahl wächst nicht mehr von Generation zu Generation, sondern nimmt nach einiger Zeit wieder mehr oder weniger rasch ab. Diese Erscheinung, für die in einer späteren Arbeit genauer erklärte Zahlenbeispiele gebracht werden sollen, wiederholte sich auf allen daraufhin untersuchten Schadflächen. Auch die offensichtlich vor langer Zeit zugrunde gerichteten Baumgruppen zeigten bei sehr vielen und besonders allen dem Befallsrande benachbarten Stämmen eine sehr hohe Sterblichkeit der *Dendroctonus*-Brut.

Die Gründe für diesen regelmäßigen Zusammenbruch der Gradationen sind fraglos mannigfacher Art. Die kurze Beobachtungszeit, die dem Verf. zur Verfügung stand, reichte natürlich wiederum nicht aus, sie genau zu klären; das wird Aufgabe der künftigen Untersuchungen sein. Aber einiges erscheint schon jetzt gesichert und mitteilenswert.

Die Bedeutung der abiotischen Umwelteinflüsse für den Entwicklungsverlauf ist im einzelnen noch am unklarsten. Zu hohe Wärme in Stammabschnitten, die der in der Trockenzeit während des ganzen Tages pausenlos einstrahlenden Sonne ausgesetzt sind, (oder vielleicht auch plötzlich ein-

setzende Kälte, die in den höheren Lagen nachts den Gefrierpunkt unterschreiten kann,) mögen zum Absterben mancher Bruten führen. Dafür sprechen Beispiele ungleichmäßigen Vermehrungsverhältnisses auf den verschiedenen Seiten eines Baumes sowie die Fälle, bei denen in den unvollendeten Larvengängen weder der Einfluß von Pilzkrankheiten noch von Räubern oder Parasiten festgestellt werden konnte. Vor rascher Austrocknung schützt sie die dicke Rinde von *P. rudis*. Hohe Feuchtigkeit während der Regenzeit dürfte für sich allein den Larven nicht viel schaden; denn die frische Rinde, in der sie fressen, hat einen hohen Wassergehalt. Aber sie begünstigt fraglos Pilzkrankheiten und Virosen; man kann viele Bruten in verpilztem Zustand finden. — Über die Eisterblichkeit konnten keine Beobachtungen gesammelt werden.

So wesentlich der noch ungeklärte Einfluß der Wärme- und wohl auch der Feuchtigkeitsverhältnisse ist, so können doch offensichtlich die abiotischen Bedingungen unmittelbar nicht der Anlaß zu dem immer wieder erneut eintretenden Abklingen der Teilgradationen sein. Denn es ließ sich kein Hinweis dafür finden, daß ihr Beginn und Zusammenbruch an den verschiedenen Stellen witterungsbedingt periodisch zusammenfallen. Unabhängig von den jeweiligen Jahren ist starke Vermehrung der Käfer kennzeichnend für die ersten in einem Gebiet neubefallenen Bäume, zunehmend hohe Sterblichkeit für die anschließend im Umkreis darum besiedelten. Dieser Mortalitätsanstieg spricht vielmehr für eine wesentliche Beteiligung von Feinden und Parasiten an der natürlichen Kontrolle der *Dendroctonus*-Entwicklung.

4. Die Bedeutung von Feinden und Parasiten

Auf Feinde und Parasiten hat schon J. A. Alvarado (1939) geachtet, der von Mitte April bis Anfang Mai 1936 den *Dendroctonus*-Befall im Freien beobachtete. Für wichtige Feinde der Borkenkäfer hält er Dipterenlarven (ohne nähere Kennzeichnung, — „de cuerpo blando y alargado" = mit weichem langgestreckten Körper), einen Myriapoden, den er in großer Zahl fand, und als drittes einen ebenfalls nicht näher beschriebenen Pilzbefall. Er erwähnt ein „anderes kleines Ungeziefer" („bichito") mit krebsartigen Zangen, das die Larven in ihrem Nest angreife; offenbar meint er damit Pseudoskorpione. Schließlich führt er „einige Vögel" als nützliche Vertilger von *Dendroctonus*-Larven an. Merkwürdigerweise nennt er im Text nicht Cleridenlarven; nur auf einer Zeichnung bildet er nebenher auch eine cleridenähnliche „Larve eines Käfers" ab, die Eier, Larven und Puppen der *Pinus*-Käfer fresse. Andere Berichterstatter über die *Dendroctonus*-Plage in Guatemala machen keine Angaben über Parasiten, Feinde oder Krankheiten der Schädlinge.

Über die eigenen Funde wird im einzelnen wiederum später berichtet werden. Hier sei nur das Ergebnis zusammengefaßt. Die Bedeutung von Pilzkrankheiten muß (vor allem in der Regenzeit) weiter untersucht werden. Vögel sind ganz unwichtig. Myriapoden und Pseudoskorpione dürften vorwiegend anderen Insekten unter der Rinde nachstellen. Die meisten Dipterenlarven, die man findet, sind nicht parasitisch; doch gibt es auch an *Dendroctonus*-Larven schmarotzende Dipteren, die stellenweise eine zahlenmäßige Bedeutung erlangen mögen. Hymenopteren können offenbar nur in jungen und anderen Stämmen mit besonders dünner Rinde zu wirksamen Parasiten werden; in solchen Fällen findet man sie oft, in Stämmen mit der für *Pinus rudis* kennzeichnend dicken Rinde dagegen kaum. — Über die Bedeutung von Milben als Eiparasiten kann nichts gesagt werden.

Besonders auffallend aber war vom ersten Blick unter *dendroctonus*-befallene Rinde an die große Zahl der räuberischen Coleop-

teren-Larven in den meisten Stämmen. Am häufigsten sind Cleriden-Larven. Daneben kommen *Tenebrioides*[1]) u. a. vor. Die vielen Staphyliniden dürften sich allerdings mehr von den anderen in den *Dendroctonus*-Gängen lebenden Insekten ernähren als von den Borkenkäferlarven. Die Häufigkeit der einzelnen Arten, die *Dendroctonus* nachstellen, war ortsweise verschieden. Fast stets aber waren räuberische Käferlarven an allen Stellen in den von ihnen besiedelten Bäumen sehr zahlreich. Wenn man bedenkt, welche Nahrungsmengen sie zu vertilgen vermögen, so kann man nicht an ihrer großen Bedeutung für die Dezimierung der Borkenkäferbrut zweifeln. Wo sie auftreten, sind immer viele *Dendroctonus*-Gänge durchwühlt, und kommen beispielsweise durchschnittlich 20 bis 30 *Dendroctonus*-Larven oder -Puppen auf ein Borkenstück bestimmter Größe, so findet man bei Anwesenheit von 1 oder 2 Cleriden-Larven nach einiger Zeit bei gleicher Borkenfläche nur noch ganz wenige Borkenkäfer-Individuen. Die Imagines setzen dann diese Verfolgung durch Auffressen der *Dendroctonus*-Käfer fort.

Wenn in weitem Abstand von anderen vernichteten Bäumen einzelne Kiefern von *Dendroctonus* befallen sind, zeigt sich vielfach, besonders wo es sich um die erste Borkenkäfergeneration in dem Stamm handelt, eine nur geringe Besiedlung mit Cleriden und anderen räuberischen Käfern. Das entspricht der Beobachtung einer geringeren *Dendroctonus*-Sterblichkeit zu Beginn eines Befalles. Aber die Vermehrungsgeschwindigkeit der Räuber ist offensichtlich groß und in jeweils kurzer Zeit greifen sie in die *Dendroctonus*-Entwicklung wirksam ein. Während diese Tiere auf den Ablauf der Borkenkäfergradationen in Mitteleuropa auch im Verlauf mehrerer Jahre keinen nennenswerten Einfluß gewinnen konnten, sind sie also in Guatemala von großer Bedeutung.

5. Erklärungsversuch und Folgerungen

So umfangreiche Schäden auch im Laufe der Zeit eingetreten sind, so gewinnt man doch den Eindruck, daß die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala verhältnismäßig langsam fortschreitet. Jede beginnende Massenentwicklung an einer der vielen Stellen im Befallsgebiet wird schon in kurzer Zeit durch Umwelteinflüsse wirksam gehemmt und kommt nach einigen Jahren zum Stillstand. Auch im Laufe dieser Zeit bleibt der Umfang der angerichteten Zerstörung stets auf jeweils einige Hundert bis höchstens wenige Tausend Bäume — manchmal auch auf eine recht geringe Anzahl — beschränkt. In den *Pinus*-Wäldern des „Rückengebirges von Guatemala" setzt sich — wie es geschildert wurde — die Kalamität aus vielen derartigen kleineren, oft weit voneinander getrennten Einzelschäden zusammen, die im Laufe von wenigstens 25 Jahren entstanden sind. Ob die stärkere Vernichtung der Wälder in den Altos Cuchumatanes in der gleichen Weise — über eine lange Zeit hin — oder andersartig — kurzfristiger — vor sich gegangen ist, bleibt unklar und fraglich.

Mit dem durch biotische Einflüsse bedingten Ende weichen die *Dendroctonus*-Gradationen in Guatemala von denen der gefährlichen Borkenkäferarten in Europa und Nordamerika ab, ähneln aber denen anderer Forstschädlinge in diesen Gebieten. Zu der geringeren Vermehrungs- und

[1]) Nach freundlicher Bestimmung von Herrn Dr. DELKESKAMP, Berlin.

Ausbreitungsgeschwindigkeit tragen aber offenbar auch andere Umstände als die natürlichen Feinde mit bei. Welche Rolle das Klima der hohen Tropengebirge spielt, ist — wie gesagt — unklar. Erwähnt sei, daß abgestorbene oder gefällte Bäume nur für kurze Zeit angenommen und besiedelt, lebende bevorzugt zu werden scheinen; in diesen aber geht, wenn sie nicht schon aus irgendeinem Grunde geschwächt sind, zunächst jeweils eine große Zahl von Käfern beim ersten Einbohrversuch zugrunde. Das tritt zwar auch bei anderen Borkenkäfern ein, mag sich in Guatemala indessen in Verbindung mit den andersartigen Umweltwiderständen — besonders bei ohnehin hoher Mortalität zum Gradationsende hin — stärker auswirken.

Die Gattung *Dendroctonus* hat im nördlichen Mittelamerika ihre südliche Verbreitungsgrenze. Für alle Tiere pflegen an den natürlichen Grenzen ihres Areals die Lebensbedingungen ungünstiger zu werden. Nur die klimatischen Verhältnisse der hohen Gebirgslagen lassen in Guatemala ja überhaupt noch eine *Dendroctonus*-Entwicklung zu. *D. mexicanus* und *D. parallelocollis* erlangen auch hier wohl kaum noch eine größere wirtschaftliche Bedeutung, wie sie *D. adjunctus* besitzt. Während die Schädlinge vermutlich stärkeren abiotischen Umweltwiderständen ausgesetzt sind, treten die ihnen nachstellenden Coleopteren in einer in Europa und Nordamerika nicht üblichen Individuenzahl auf. Inwieweit dabei das Vorhandensein neotropischer Faunenelemente in diesem tiergeographischen Grenzgebiet Mittelamerika von Bedeutung ist und ob — wie es scheint — die räuberischen Käfer im Vergleich zu *Dendroctonus* von den Klimaverhältnissen begünstigt sind, mögen weitere Untersuchungen zeigen.

Zu berücksichtigen und weiter zu verfolgen ist der Hinweis von Bewohnern des Landes, daß das Klima im Laufe der letzten Jahrzehnte trockener geworden sei. Beginn und Änderungen im Ablauf und Ausmaß der Gradationen könnten natürlich von merklichen Klimaschwankungen mitbedingt sein.

Der Beachtung und Erforschung wert ist schließlich die Frage, in welcher Weise sich der hier ausschließlich bestehende Naturwald und die Art seiner Zusammensetzung auf den Verlauf der Borkenkäfergradationen in Guatemala auswirkt. Dabei ist zwar auch daran zu denken, daß die reinen *P. rudis*-Bestände in den Altos Cuchumatanes stärker vernichtet worden sind als die Mischwälder der Kordillere, an denen *Pinus ayacahuite* einen hohen Anteil hat; die Frage, was diesen Unterschied bedingt hat, läßt sich aber noch nicht befriedigend beantworten und soll daher nicht weiter erörtert werden. Daß der Naturwaldzustand nicht allein vor Borkenkäferkalamitäten schützt, ist aus anderen Ländern bekannt.

Da die Ausdehnungsgeschwindigkeit der Plage nicht groß ist, sind die Aussichten für ihre Beseitigung günstig. Mit einem allgemeinen natürlichen Ende ohne Eingreifen des Menschen ist nicht zu rechnen, weil die Entwicklung in der beschriebenen Weise ständig fortschreitet. Ein künstlicher Einsatz der räuberischen Käfer zur biologischen Bekämpfung, nach dessen Aussichten immer wieder gefragt wird, wäre teurer und unsicherer als die Anwendung bekannter technischer und chemischer Maßnahmen. Bei deren zweckmäßiger Auswahl und Durchführung wird im wesentlichen wohl die Biologie von *D. adjunctus*, viel weniger die der anderen Arten zu

berücksichtigen sein. Die Verstreutheit der Einzelschäden und die Schwerzugänglichkeit vieler Stellen im Gebirge macht die Bekämpfung schwierig und fordert viel Aufmerksamkeit. *Pinus rudis* läßt sich schwer entrinden. Auf Besonderheiten der Lebensweise der Schädlinge und die damit zusammenhängenden Fragen soll nicht eingegangen werden.

Ist erst einmal durch die Beseitigung der Stämme und Stubben, in denen *Dendroctonus* gerade brütet, den Käfern Einhalt geboten, so müßte es viel leichter als in nördlicher gelegenen Ländern gelingen, allein durch die üblichen und bewährten forstlichen Kulturmaßnahmen, zu denen natürlich eine baldige Beseitigung aller etwa neu auftretenden Befallsherde gehört, eine weitere Kalamität zu verhindern.

VI. Zusammenfassung

Die Hochgebirge Guatemalas tragen Nadelwälder, die sich aus mehreren *Pinus*- und anderen Koniferenarten zusammensetzen. In den hohen Lagen über 2000 m herrschen *Pinus rudis* Endl., *Pinus ayacahuite* Ehrenb. (ab ≈ 2500m) und *Pinus pseudostrobus* Lindl. (bis ≈ 2500 m) vor. Zustand und Behandlung dieser Naturwälder begünstigen die Entwicklung von Borkenkäfern.

Seit mindestens 25 Jahren werden in den Nadelwäldern Primärschäden durch *Dendroctonus* verursacht, die in verschiedenen Gebieten das Ausmaß von Kalamitäten angenommen haben. Vernichtet wird *Pinus rudis* regelmäßig, *P. pseudostrobus* nur vereinzelt; *P. ayacahuite* bleibt unversehrt. In den Altos Cuchumatanes sind vor etwa 10 bis 30 Jahren auf weiten Flächen sämtliche älteren *rudis*-Kiefern abgestorben. Im südlicher gelegenen Kordillerengebirge, dem gegenwärtigen Hauptverbreitungsgebiet der Käfer, setzt sich der Schaden aus zahlreichen kleineren und größeren, voneinander getrennten Einzelflächen zusammen. Die Gradationen bleiben auf näher beschriebene Landesteile oberhalb von ≈ 2500 m beschränkt. Einzelschäden sind bis zu ≈ 2000 m hinab an zahlreichen Stellen zu beobachten.

Die verbreitetste und wirtschaftlich wichtigste Art in Guatemala ist *Dendroctonus adjunctus* Blandf. Daneben kommen *D. mexicanus* Hopk. und *D. parallelocollis* Chap. als Primärschädlinge vor. In irgendwie geschädigten Kiefern verschiedener Arten findet sich — noch in tieferen Lagen als die anderen Arten — *D. valens* Le Conte, der die geschwächten Bäume allmählich ebenfalls zum Absterben bringen kann.

Die von *D. adjunctus* und in geringerem Anteil von *D. mexicanus* und *D. parallelocollis* verursachte Kalamität in Guatemala hat ähnliche Ursachen und Voraussetzungen wie sie bei den Borkenkäferarten in anderen Ländern vorliegen. Der Ablauf der Gradationen aber unterscheidet sich — wenigstens im gegenwärtig geschädigten Kordilleren-Bereich — von denen in Europa und Nordamerika. Schon nach kurzer Zeit wird in den einzelnen, immer wieder neu entstehenden Befallsgebieten die *Dendroctonus*-Sterblichkeit sehr groß. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit sinkt infolgedessen bald wieder, und mit zunehmender Mortalität finden die Teilgradationen schließlich ihr natürliches Ende.

Einen entscheidenden Anteil am Zusammenbruch der Gradationen haben räuberische Coleopteren, besonders Cleriden und Temnochiliden, die

in mehreren Arten auftreten und deren Larven in großer Zahl der *Dendroctonus*-Brut nachstellen. Sie scheinen günstigere Entwicklungsvoraussetzungen zu haben als die Schädlinge, denen hier an der südlichen Verbreitungsgrenze der Gattung wahrscheinlich auch abiotische Umweltwiderstände entgegenwirken.

Die eingetretenen Schäden sind zwar erheblich, und ein natürliches Ende der ständig erneut auftretenden Borkenkäferschäden ist nicht zu erwarten; die erforderlichen Bekämpfungsmaßnahmen bereiten verschiedene Schwierigkeiten. Aber der langsame Ablauf der Kalamität begünstigt den gewünschten Erfolg. Nach Abschluß einer gründlichen Bekämpfungsaktion müßte es leichter als in nördlicheren Ländern möglich sein, durch forstliche Kulturmaßnahmen und übliche Vorsichtsregeln neue Gradationen von *Dendroctonus* zu verhüten.

VII. Literatur

Alvarado, J. A.: Los insectos dañinos y los insectos auxiliares de la Agricultura en Guatemala. Guatemala, C. A., 1939.

Bärner, J.: Die Nutzhölzer der Welt. I. Bd. Neudamm 1942.

Bates, M.: Insectos novicos. Estudio de las principales plagas Guatemaltecas, con algunos datos de Honduras y El Salvador. Guatemala 1932.

Blandford, W. F. H.: Fam. Scolytidae. In: Biol. Centr. Amer., Coleopt., Vol. IV. Pt. 6 (1895) 81—298.

Chamberlin, W. J.: The Bark and Timber Beetles of North America, North of Mexico. 513 pp., published by OSC Cooperative Association, Corvallis, Oregon 1939.

Craighead, F. C.: Insect enemies of eastern forests. U. S. Dept. Agr. Misc. Pub. 657 (1950) 1—679.

Escherich, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. II. Berlin 1923.

Francke, A.: Beiträge zur Kenntnis des Waldbaues in den Tropenländern. Ein Überblick über Wald, Waldwirtschaft und Waldbau im tropischen Amerika. Kolonialforstwirtschaftl. Mitt. 3 (1941) 348—424.

Heske, F.: Das tropische Waldgebiet Mittel- und Südamerikas. Arb. d. Bundesanst. f. Forst- und Holzwirtschaft 1947.

Holdridge, L. R., F. B. Lamb u. B. Mason: The Forests of Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 1950 (unveröffentlicht).

Hopkins, A. D.: Contributions toward a Monograph of the Scolytid Beetles. I. The Genus Dendroctonus. U. S. Dept. Agr., Bur. Ent., Tech. Ser. 17 (1) 1909.

Hopkins, A. D.: Practical Information on the Scolytid Beetles of North American Forests. I. Bark Beetles of the Genus Dendroctonus. U. S. Dept. Agr., Bur. Ent. Bull. 83 (1) 1909.

Johnston, J. R.: Enfermedades y plagas de insectos que atacan los pinos en Guatemala. Guatemala 1939.

Johnston, J. R.: Diseases and Insect Pests of Pine Trees in Guatemala. In.: Proc. VIII. Amer. Scient. Congr. (Washington, May 10—18, 1940). Washington, D. C., Dept. of State, 1942, 245—250.

Keen, F. P.: Insect enemies of western forests. U. S. Dept. Agr. Misc. Pub. 273 (1939) 1—210.

Keen, F. P.: Pine Bark Beetles. Aus: Trees, Yearbook of Agriculture 1949 (Washington 1949) 427—432.

Koch, F.: In den Wäldern Guatemalas. Wiss. Mitt. Dendrolog. Ges. 42 (1930) 8, 327.

Neger, F. W.: Die Nadelhölzer (Koniferen) und übrigen Gymnospermen. 2. Auflage. Sammlung Göschen, Berlin u. Leipzig 1919.

Reckmann, G.: Kampf dem Borkenkäfer. Berlin 1950.

Sapper, C.: Das nördliche Mittelamerika. Braunschweig 1897.

Sapper, C.: Über Gebirgsbau und Boden des nördlichen Mittelamerika. Gotha 1899.

Sierra, H. M.: Historial Agricola de Guatemala. (Unveröffentlicht.)

Standley, P. C.: The Forests of Guatemala. Trop. Woods 67 (1941) 1—18.

Wygant, N. D. u. A. L. Nelson: Four Billion Feet of Beetle-Killed Spruce. Aus: Trees, Yearbook of Agriculture 1949 (Washington 1949) 417—422.

Aus dem Institut für Vorrats- und Pflanzenschutz (Pflanzenschutzamt), Berlin-Zehlendorf

Die Nährpflanzen der Samenkäfer

Von

Friedrich Zacher

Die Samenkäfer *(Bruchidae)* sind eine gut abgegrenzte Familie, die zur Familienreihe der Phytophaga gehört. Sie wurde früher häufig zu den Rhynchophora gerechnet, von denen sie sich aber durch die büschelförmigen Ovarien deutlich unterscheidet, während die Rhychophora „gezweite" Ovarien besitzen. Im Coleopterorum Catalogus von Junk-Schenkling sind sie von Pic in Pars 55, 1913, bearbeitet. Pic gibt einen Bestand von 818 Arten an. Seitdem sind noch etwa 200 Arten beschrieben worden, so daß der Bestand an beschriebenen Arten etwa 1000 umfaßt. Diese verteilen sich auf 5 Unterfamilien mit 30 Gattungen.

Wenn hier über die Nährpflanzen der Bruchiden berichtet wird, so muß man den Ernährungs- bzw. Reifungsprozeß der Imagines und den Fraß der Larven unterscheiden.

Die Imagines fressen nur wenig und es ist über ihren Fraß, der wirtschaftlich fast ohne Bedeutung ist, nur wenig bekannt. Dagegen ist der Fraß der Larven, die sämtlich von Samen verschiedener Pflanzenfamilien leben, wirtschaftlich von wesentlicher Bedeutung, vor allem für die angebauten Leguminosen, für einige Malvaceen und Palmen. Die Nährpflanzen sind bisher für etwa 350 Arten bekannt. Die Larven entwickeln sich einzeln oder zu mehreren im Innern der Samen. Bei kleinen Samen (z. B. von *Indigofera)* leben sie in den Samenkapseln und fressen in diesen die Samen. Der durch Erbsen-, Bohnen- und Linsenkäfer hervorgerufene Schaden ist allgemein bekannt.

1. Der Imaginalfraß

Die erwachsenen Erbsenkäfer (*Bruchus pisorum* L.) fressen nach Larson, Brindley und Hinman (1938) Pollen der Erbsenblüte. Sie können bei starkem Befall auch am Kelch fressen und Höhlen ausnagen, um zum Nektar zu gelangen. Ferner können sie in die Hülsen kleine oberflächliche Löcher fressen. Käfer, die keine offenen Erbsenblüten finden, fressen auch Pollen von anderen Pflanzen, nach Kollar (1858) z. B. von wilder Kastanie. Ich habe den Imaginalfraß des Erbsenkäfers auch selbst beobachtet. Käfer, die ich an junge Erbsenpflanzen setzte, fraßen an diesen lange Streifen an den Oberflächen der Triebspitzen ab. Der Fraß von Pollen scheint für die Eireifung notwendig zu sein. Bereits Slingerland (1892) und Hawley (1922) hatten festgestellt, daß die Imagines des Speisebohnenkäfers *(Acanthoscelides obtectus* Say.) das Parenchym der Bohnenblätter fraßen. Dagegen haben Larson und Fisher (1938) nicht fest-

stellen können, daß die Imagines dieser Art Pollen, Nektar oder Blattparenchym fraßen. Canzanelli (1938) berichtet, daß Weibchen des Speisebohnenkäfers vor der Eiablage Teile der Embryonalregion von Speisebohnen fraßen. Sie fraßen auch isolierte Teile von trockenen Cotyledonen. Dieses ist der einzige Fall, in dem Imaginalfraß an den Samen selbst beobachtet wurde.

Die Imagines der Bruchiden fressen aber auch Pflanzen, die von den Nährpflanzen ihrer Larven durchaus verschieden sind. So stellte z. B. Pierce (1916) fest, daß Imagines von *Callosobruchus chinensis* L. das Parenchym von Blättern und zarten Stengeln verschiedener Pflanzen (Sassafraß, Smilax, Ambrosia, Rubus u. a.) sowie Knospen von Baumwolle fraßen. Der Blattfraß kann bei manchen Arten größeren Umfang annehmen. So erwähnt Stebbing (1914), daß in Indien der Imaginalfraß von *Caryedon fuscus* F. an *Tamarindus indica* und *Bauhinia racemosa* zu einem gewissen Blattverlust führen kann. Auch *Casuarina* soll von dieser Art durch Fraß an den Nadeln gelegentlich geschädigt werden.

Der mehr oder weniger regelmäßige Aufenthalt von Bruchiden in Blüten von Pflanzen, die den Larven der betreffenden Arten nicht als Nährpflanze dienen, hängt sicher mit diesem Reifungsfraß zusammen. Ich finde dafür z. B. folgende Angaben:

Bruchidius Schils.

marginalis F.	auf Verbascum, Euphorbia, Reseda
unicolor Ol.	„ Spiraea, Crataegus, Helianthemum chamaecistus
meleagrinus Gén.	„ Cistus sp.
germari Schils.	„ Centranthus ruber, Umbelliferen
mulsanti Bris.	„ Cistus albidus
biguttatus Ol.	„ Umbelliferen
nanus Germ.	„ Cynoglossum
pauper Boh.	„ Cistus
foveolatus Gyll.	„ Umbelliferen
tibialis Boh.	„ Cistus monspeliensis
velaris Tahs.	„ Cistus
holosericeus Schönh.	„ Cistus, Cichorium
villosus F. (= *cisti* Payk.)	„ Prunus spinosa, Sorbus sp., Epilobium, Asclepias, Euphorbia, Helianthemum chamaecistus

Acanthoscelides Schils.

centromaculatus Allard	auf Terminalia
ochraceicolor Pic.	„ Guazuma ulmifolia
aff. xantopus Saffr.	„ Randia mitis

Bruchus L.

atomarius L.	auf Euphorbia
pisorum L.	„ Rubus, Rosa, Achillea
rufimanus Boh.	„ Prunus spinosa, Crataegus
discoideus Say.	„ Solidago

Callosobruchus Pic.

maculatus F.	auf Gossypium

Euspermophagus Zacher *cisti* F.	auf Helianthemum chamaecistus, Adonis vernalis, Crataegus, Prunus spinosa, Erysimum cheiranthoides, Sarothamnus scoparius, Euphorbia, Disteln
küsteri Schils.	„ Cistus albidus, Euphorbia.

PADDOCK und REINHARD (1919) geben an, daß die Imagines von *Callosobruchus maculatus* F. Nektar aufnehmen, der von Nektarien am Grund der jungen Hülsen von Vigna sinensis ausgeschieden wird. In Hawai beobachtete BRIDWELL, das *Bruchus prosopis* gern den sirupartigen Inhalt der Hülsen von Prosopis frißt.

Bei Versuchen mit *Zabrotes subfasciatus* Boh. konnte ich Fraß fester Nahrung nie beobachten. Versuche der Fütterung mit Blüten, Blättern und Keimblättern von Bohnen sowie Bohnenmehl verliefen negativ. Dagegen nahmen sie gern Honigwasser und Obstsaft an. Auch von anderen Arten *(Bruchus pisi, Bruchidius incarnatus, Pachymerus bactris)* wird nach meinen Beobachtungen Honigwasser gierig getrunken.

Zusammenfassend kann also festgestellt werden, daß die Imagines der Bruchiden nicht immer, aber häufig einen Ernährungs- bzw. Reifungsfraß ausüben und zwar

1. an Blattparenchym, Stengeln und jungen Hülsen der Larvennährpflanzen und anderer Pflanzen,
2. an Blütenteilen und besonders Pollen — der Fraß von Pollen scheint bei einigen Arten (aber durchaus nicht bei allen) für die Eireifung notwendig zu sein,
3. an den sirupartigen Inhalt der Hülsen mancher Leguminosenarten, sowie Nektar, Honigwasser und Obstsaft,
4. ausnahmsweise auch an reifen Samen.

2. Der Larvenfraß

Daß die Larven der Mehrzahl der Samenkäferarten sich in Samen von Leguminosen entwickeln, ist seit jeher bekannt und dadurch ist auch ihre wirtschaftliche Bedeutung bedingt, wie schon die Namen Bohnen-, Erbsen- und Linsenkäfer besagen. Jedoch ist das durchaus nicht mit der Ausschließlichkeit der Fall, wie es KLEINE (1910) behauptet, wenn er sagt: „Alles in allem, die Lariiden sind eine um eine fast abgerundete Pflanzengattung lebende Familie, die nur e i n e wirkliche Ausnahme aufweist. — Von den Vicineen dürfte die Familie ausgegangen sein, sie haben im allgemeinen mit ihren großen Samen die günstigsten Bedingungen: erst nach und nach scheinen auch andere Gattungen und Arten an der Ernährung teilgenommen zu haben. Und die abweichende Ernährungsmethode hat es ermöglicht, daß eine unter ganz abweichenden Verhältnissen lebende Pflanzengattung, wie Verbascum ist, in den Kreis der Nährpflanzen treten konnte."

Dieser Irrtum ist umso unverständlicher, als die Entwicklung von Bruchiden in Palmensamen bereits LINNE (1767) bekannt war und SCHÖNHERR (1833—1839) u. a. Convolvulus als Nährpflanze von *Sp. convolvuli* Schh., *Br. figuratus* Schh., *Br. catenulatus* Schh., *maculiventris* Schh., Ipomoea als Nährpflanze von *Br. pescaprae* Fald., eine Euphorbiacee als Nährpflanze von *B. polycoceus* Schh., Croton (Euphorbiacee) für *Br. crotonae* Schh. nennt.

Es ist also zwar richtig, daß die Mehrzahl der Samenkäferarten sich in Samen von Leguminosen entwickelt, jedoch umfaßt der Kreis der Nährpflanzen eine große Zahl von Pflanzenfamilien. Als gut belegt kann die Entwicklung von Samenkäfern in folgenden Familien angesehen werden:

Palmen, Pandanaceen, Leguminosen (Mimosoideen, Caesalpinioideen, Papilionatae), Zygophyllaceen, Malpighiaceen, Euphorbiaceen, Anacardiaceen, Rhamnaceen, Vitaceen, Tiliaceen, Malvaceen, Sterculiaceen, Bixaceen, Combretaceen, Oenotheraceen, Sapotaceen, Umbelliferen, Convolvulaceen, Borraginaceen, Ebenaceen, Compositen.

Diese 21 Familien haben keine Verwandtschaft miteinander, sondern verteilen sich über fast das ganze natürliche System der Blütenpflanzen.

In älteren Arbeiten werden außerdem Koniferen, Cupuliferen, Asclepiadaceen, Capparidaceen, Cistaceen und Scrophulariaceen genannt. In allen diesen Fällen liegen aber neuere Beobachtungen, die den Befund bestätigen, nicht vor. *Bruchidius nanus* Grm. wurde zwar mit den Zapfen von Cupressus funebris lebend von Rom nach Breslau eingeschleppt, jedoch kommt die Zypresse als Larvennährpflanze nicht in Frage, sondern die Entwicklung erfolgt in Genisteen. *Br. pinetorum* Mtsch. ist eine unsichere Art, die vermutlich in die Gattung *Bruchus s. str.* gehört. Die Angabe, daß sie sich in Piniensamen entwickelt, verdient wenig Glauben. Von *Br. alni* Fähr. sagt Schönherr (1839) „in alno viscoso degens". Eine Entwicklung dieser Art, die Pic als das Männchen von *Bruchidius murinus* Boh. gedeutet hat, in den Früchten der Erle ist unwahrscheinlich. Vielmehr erfolgt diese in Pisum und Vicia. Bei den Asclepiadaceen (Vincetoxicum) und Cistaceen (Cistus und Helianthemum) handelt es sich vermutlich um Blütenbesuch der Imagines, nicht aber um Entwicklung der Larven in den Samen. Für die Scrophulariaceen liegt ein immerhin beachtenswertes Zeugnis für die Larvenentwicklung aus älterer Zeit vor, das aber durch neuere Befunde nicht bestätigt worden ist. Kaltenbach (1874) schreibt: „*Bruchus marginatus* F. (jetzt *Bruchidius marginalis* F.) wurde von F. und E. Hofmann bei Regensburg und von Oberl. Angerer bei Nürnberg aus Larven gezogen, welche in Samenkapseln von Verbascum leben." Kaltenbach erwähnt an anderer Stelle von derselben Art: „Ich erhielt diesen Rüsselkäfer von Herrn Rechnungsrat E. Hofmann in Regensburg, der ihn in Anzahl aus den Hülsen des süßholzblättrigen Tragant (= Astragalus glycyphyllus) erzogen hatte." Diese Angaben lassen die Vermutung, daß eine Verwechslung vorliegen könnte, kaum zu. Erneute Untersuchungen zur Bestätigung dieses Befundes wären daher sehr erwünscht.

Auch den Angaben über Entwicklung von Bruchiden in Samen von Gramineen stehe ich skeptisch gegenüber. Schon Slingerland (1893) hat beobachtet, daß die Larve von *Acanthoscelides obtectus* Say. sich in Maiskörner und Buchweizensamen hineinfrißt und Razzauti (1917) gibt an, daß sie sich in Mais entwickeln können. Meine eigenen Versuche in dieser Richtung hatten völlig negative Ergebnisse. Für *Callosobruchus chinensis* L. wird angegeben, daß sie sich in Samen von Sorghum entwickeln. Neuerdings wurde mir brieflich aus Karthoum mitgeteilt, daß dort *Spermophagus hottentottus* Fhs. in Sorghum, *Sp. irroratus* Oliv. in Pennisetum leben soll. Eine weitere Nachprüfung der Frage, ob sich Bruchiden in Gramineensamen entwickeln können, ist daher erforderlich.

Bezüglich der Larvennährpflanzen verhalten sich die einzelnen Gattungen folgendermaßen:

Rhaebinae	Zygophyllaceen
Bruchinae	
Acanthocelides Schils.	Leguminosen, Bixaceen.
Bruchidius Schils.	Leguminosen, Umbelliferen, Compositen.
Bruchus s. str.	Leguminosen.
Bruchus s. l. (die Gattung ist nicht einheitlich und muß aufgeteilt werden)	Leguminosen, Malpighiaceen, Vochysiaceen(?), Anacardiaceen, Tiliaceen, Malvaceen, Oenotheraceen, Sapotaceen, Umbelliferen, Compositen.
Caryedes Humm. (*Pseudopachymerus* Pic.)	Leguminosen.
Callosobruchus Pic.	Leguminosen.
Cosmobruchus Bridw.	Compositen(?).
Dahlibruchus Bridw.	Compositen.
Falsobruchus Pic.	Leguminosen.
Gibbobruchus Pic.	Euphorbiaceen.
Impressobruchus Pic.	unbekannt.
Megacerus Fahr.	Leguminosen, Vitaceen, Malvaceen, Convolvulaceen.
Phelomerus Pic.	Leguminosen (Caesalpinioideen).
Pygiopachymerus Pic.	unbekannt.
Rhipibruchus Bridw. (*Megalorchipis* Phil.)	Leguminosen (Mimosoideen).
Specularius Bridw.	Leguminosen.
Kytorrhininae	
Kytorrhinius F. v. W.	Leguminosen.
Eubaptinae	
Eubaptus Lac.	unbekannt.
Amblycerinae	
Amblycerus Tllb.	Convolvulaceen, Malvaceen.
Euspermophagus Zacher	unbekannt.
Pygiospermophagus Pic.	unbekannt.
Spermophagus Schönh.	Leguminosen, Malpighiaceen, Euphorbiaceen(?), Rhamnaceen, Vitaceen, Tiliaceen, Borraginaceen.
Pachymerinae	
Caryedon Schönh.	Pandanaceen, Leguminosen, Combretaceen.
Caryoborus Schönh.	Palmen.
Caryobruchus Bridw.	Palmen.
Caryopemon Jekel.	Leguminosen.
Diegobruchus Pic.	unbekannt.
Pachymerus	Palmen, Leguminosen (?, nur afrikanische Arten, die vielleicht generisch abzutrennen sind).

Bezüglich der *Pachymerinae* ist bemerkenswert, daß die neuweltlichen Formen nur in Samen von Palmen, die altweltlichen dagegen nur in Samen von Leguminosen leben, mit Ausnahme einer Art, die in Pandanus lebt.

Diese Übersicht über die Verteilung der Nährpflanzen auf die Gattungen zeigt, daß einige Gattungen auf eine einzige Pflanzenfamilie beschränkt sind, meistens aber ihr Nährpflanzenkreis mehrere, systematisch oft weit getrennte Familien umfaßt.

Auch die einzelnen Arten sind zum Teil sehr polyphag, zum Teil auch oligophag, während strenge Monophagie wohl nur selten oder kaum vorkommt. Manche Angaben, die eine sehr weitgehende Polyphagie — Fraß an Samen sehr verschiedener Pflanzenfamilien — beweisen würden, sind nicht immer genügend belegt. So wird z. B. für *Caryedon fuscus* neben vielen Arten von Leguminosen auch eine Rhammacee „Cascara sagrada" (Rhamnus purshiana) als Nährpflanze angegeben. In den oben erwähnten Fällen der angeblichen Larvenentwicklung in Gramineen handelt es sich um Arten, die normalerweise in Leguminosensamen *(Acanthoscelides obtectus, Callosobruchus chinensis)* bzw. in Malvaceensamen leben *(Spermophagus hottentottus)*. Am erstaunlichsten ist die oben bereits mitgeteilte Beobachtung, daß die Larven von *Bruchidius marginalis* F., die normalerweise in den Samen von Astragalus glycyphyllus und ramosus, Oxytropis pilosa und Vicia sp. leben, sich auch in Kapseln einer Scrophulariacee, des Wollkrautes (Verbascum sp.) entwickeln können. Ebenso merkwürdig ist die Nährpflanzenauswahl von *Caryobruchus gleditsiae* L. Während sonst alle amerikanischen Arten der *Pachymerinae* ausschließlich in Palmensamen leben, sollen die Larven dieser Art sich nicht nur in Sabal palmetto, sondern auch in der Leguminose Gleditsia entwickeln. Für eine Reihe von Arten liegen experimentelle Untersuchungen über die Samen vor, die den Larven zur Nahrung dienen können. Die Zahl der auf die Weise von mir (1930) und Bridwell (1920) ermittelten Nährpflanzen des Brasilbohnenkäfers, *Zabrotes subfasciatus* Boh., beträgt 17, sämtlich Leguminosen und zwar von den Vicieen Cicer arietinum, Vicia faba, Pisum sativum und arvense, von den Phaseoleen Glycine soja, Phaseolus acutifolius, articulatus, lunatus, multiflorus, mungo, vulgaris, Vigna sinensis, Cajanus indicus, Voandzeia subterranea, Dolichos sesquipedalis, lablab und lignosus. Ich habe verschiedentlich auf die auffällige Tatsache hingewiesen, daß die Samen, in denen der Brasilbohnenkäfer seine Entwicklung durchmachen kann, in ihrer chemischen Zusammensetzung außerordentlich verschieden sind. Der Fettgehalt beträgt z. B. bei der Speisebohne nur 2%, bei der Sojabohne dagegen 19%. Für den Gehalt an Kohlehydraten gilt das entgegengesetzte (Speisebohne 53%, Sojabohne 27%). Der Eiweißgehalt beträgt bei der Speisebohne 24%, bei der Sojabohne 34%. Auffällig ist, daß zu den Nährpflanzen des Speisebohnenkäfers fast ausschließlich nur Kulturformen gehören. Von den Vicia-Arten kann er nur in der Saubohne, Vicia faba, gedeihen, dagegen nicht im Samen von Wildformen, wie z. B. 28 Vicia-Arten, mit denen ich Versuche anstellen konnte. Selbst in der vermutlichen Wildform der Saubohne, Vicia narbonensis, gedeihen die Larven nicht. Herford (1935) hat bezüglich des Speisebohnenkäfers ganz entsprechende Beobachtungen gemacht. Die Samen aller für diese Art geeigneten Nährpflanzen haben einen Kohlehydratgehalt von 55—64%, davon nur 12—15% Zucker. Herford

zieht daraus den Schluß, daß für Eignung der Samen der Gehalt an bestimmten Proteiden und daneben auch ihre Härte entscheidend sein könnte.

Als geeignete Nährpflanzen für den Speisebohnenkäfer hat sie folgende ermittelt: Phaseolus vulgaris, Cicer arietinum, Phaseolus multiflorus, Lathyrus sativus, Vicia faba, Pisum sativum, Lensesculenta, Pisum arvense, Glycine hispida — in Anordung vom Optimum zum Pessimum —. Larson und Fisher (1938) zogen den Speisebohnenkäfer aus folgendem Samen: Phaseolus aconitifolius, acutifolius latifolius, aureus, coccineus, lunatus, lunatus macrocarpus, Vigna sinensis, sesquipedalis, Vicia faba, Lathyrus sativus, Lens esculenta, Cicer arietinum. Meine eigenen Zuchten hatten folgendes Ergebnis:

Gute Entwicklung mit einer Entwicklungsdauer von etwa 3 Monaten bei Phaseolus vulgaris, Ph. gonospermis, Vigna catjang, Cicer arietinum. Auch bei Vicia faba Massenentwicklung, aber mit doppelt so langer Entwicklungsdauer (etwa 6 Monate bei Z. T.).

Bei Erbsen erfolgte in den meisten Sorten keine Entwicklung. Nur in einem Falle schlüpften Käfer aus Felderbsen. Jedoch waren die Tiere sehr klein und nicht fortpflanzungsfähig. Entwicklungsdauer bei Z. T. etwa 6 Monate.

Bei Sojabohnen gelangten gleichfalls nur wenige Tiere zur Entwicklung, die ohne Eiablage starben. Entwicklungsdauer gleichfalls etwa 6 Monate.

In allen anderen in den Versuchen verwandten Samen — Vicia angustifolia, ervilia, hirsuta, narbonensis, orobus, Lens esculenta, Lupinus albus, cruckshanksii, Coronilla vaginalis, Lathyrus aphaca, clymenum, nissolia, ochrus, setifolius, Phaseolus mungo, Dolichos lablab — erfolgte keine Entwicklung.

Es ist beachtenswert, daß sowohl der Brasilbohnenkäfer, wie der Speisebohnenkäfer im Freiland und im Speicher bisher immer nur die Samen der Speisebohnen befallen. Nur im Experiment nehmen sie auch andere Samen an. Je nach der Eignung des Sameninhalts sterben sie nach kürzerer oder längerer Dauer ab oder sie können ihre Entwicklung beenden. Ich möchte daraus den Schluß ziehen, daß für die Auffindung und Auswahl der Nährpflanzen im Freien vor allem die Geruchsanlockung durch die reifenden Hülsen maßgebend ist. Die Imagines haben die Möglichkeit der Auswahl auf Grund von Geruchsreizen, die Larven jedoch nicht. Sie nehmen jeden Samen an, den sie mechanisch bewältigen können, d. h. dessen Samenschale nicht zu hart ist. Die relative Anfälligkeit der einzelnen Sorten im Freiland und Speicher müßte noch durch weitere Versuche geklärt werden. Daß Stangenbohnen bei uns im Freien kaum befallen werden, dürfte auf dem Mikroklima beruhen, da die Buschbohnen in Bodennähe sicher mehr Wärme erhalten und deshalb für das Wachstum der ja recht wärmebedürftigen Larven bessere Bedingungen bieten.

Es ist erstaunlich, daß die Larven der Bruchiden so extrem hartes Material, wie es gewisse Palmensamen, z. B. die Steinnuß (Phytelephas macrocarpa) darstellen, für ihre Ernährung verwerten könne. Die mechanische Bewältigung mit Hilfe ihrer Mundwerkzeuge ist rätselhaft. Es wäre zu untersuchen, ob nicht eine vorherige Erweichung durch Verdauungssäfte (extraintestinale Verdauung) in Frage kommt. Die Zerstörung der Palmen-

samen ist so weitgehend, daß die Händler die Erscheinung als „flying dust" bezeichnen.

Zum Schluß muß noch erwähnt werden, daß Bruchiden auch als Erzeuger von Gallen angegeben werden und zwar von Kirchner (1855). Er behauptet daß von *Bruchus pisi* taubeneigroße Gallen an den Hülsen von Cytisus hervorgerufen werden. Ferner gibt er an, daß *„Bruchus spartii"* an den Hülsen von „Spartium scoparium" in gallenartigen Anschwellungen lebt. Diese Art ist aber nicht zu deuten — sie ist nicht beschrieben, also „nomen nudum". Beide Angaben erscheinen mir sehr zweifelhaft.

Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L.

4. Beitrag: *Gelis* cf. *transfuga* Först.

Von

H. Blunck, Bonn

Mit 26 Abbildungen und 4 Tabellen

Stoffordnung

A. Einleitung S. 217. — B. Morphologische Kennzeichen der Volltiere S. 218. — I. Allgemeines S. 220. — II. Besonderheiten des Männchens S. 221. — III. Besonderheiten des Weibchens S. 222. — C. Vorkommen S. 223. — D. Wirte S. 223. — E. Verhalten der Volltiere S. 226. — I. Allgemeines S. 226. — II. Ernährung S. 228. — III. Geschlechtsleben S. 232. — a) Zahlenverhältnis der Geschlechter S. 232. — b) Begattung S. 233. — c) Eiablage S. 235. — F. Jugendstadien und Metamorphose S. 241. — I. Ei und Embryo S. 242. — II. Larve S. 243. — a) Morphologie S. 244. — b) Biologie S. 247. — III. Puppe S. 253. — G. Entwicklungsdauer und Zahl der Generationen S. 262. — H. Krankheiten und Feinde S. 263. — I. Schrifttum S. 266.

A. Einleitung

Die Gattung *Gelis* Thunberg (syn. *Pezomachus* Grav.) ist eine der schwierigsten unter den Hymenopteren. Sie gibt dem Systematiker viele Rätsel auf. Dem Nichtfachmann erscheinen die Tierchen als Ameisen, und in der Tat ähneln sie *Formica*-Arbeitern nach Größe, Gestalt und vor allem infolge ihrer Flügellosigkeit nicht wenig. Es handelt sich aber um echte Schlupfwespen aus der Cryptinen-Verwandtschaft. Im System werden sie als selbständige Gattung hinter *Hemiteles* eingereiht, aber man kann im Zweifel sein, ob sie nicht besser mit diesem Genus vereinigt werden. Im Grunde trennt beide Gruppen kaum mehr als das Fehlen bzw. der Besitz von Flügeln. Und das ist wenig, wenn man bedenkt, daß es auch und gerade bei *Hemiteles* und *Gelis* (s. S. 219) Spezies gibt, wo ein Teil der Männchen geflügelt, ein Teil ungeflügelt ist, und daß überdies zwischen diesen Extremen Formen existieren, die eine Mittelstellung einnehmen. Ja, es kommt vor, daß bei einer und derselben Art Männchen mit gut ausgebildeten Flügeln und solche auftreten, die es nur zu stummelförmigen Ansätzen gebracht haben. In Bezug auf die Abgrenzung der Spezies herrscht bei *Gelis* heilloser Wirrwarr. Förster (1850, S. 49—232, 1851, S. 26—66) hat sich um deren Festlegung und Kennzeichnung aufs intensivste in seiner bekannten Monographie bemüht, aber es ist bei vielen seiner Arten un-

möglich, allein an Hand der Beschreibungen zu Rande zu kommen, und manche Typen sind verloren gegangen. SCHMIEDEKNECHT (1904—1906, S. 910—969) führt nicht weniger als 220 *Gelis*-Arten auf, doch ist der Verdacht, daß es sich bei manchen nur um nicht genetisch fixierte Farbvarietäten etc. handelt, nicht von der Hand zu weisen. SCHMIEDEKNECHT fordert daher selbst (l. c. 273) Klärung durch Zuchtversuche. Gerade an solchen fehlt es aber leider noch sehr. Nur sie können auch in die Biologie der Gruppe Licht bringen. Bislang wissen wir über letztere bei den meisten Arten garnichts, und bei anderen nur, daß sie als Hyperparasiten leben. Letzteres ist vielleicht sogar ein durchgehender Charakterzug der ganzen Gattung. Über einzelne Arten ist ein wenig mehr bekannt geworden, ein einigermaßen vollständiges biologisches Bild besitzen wir aber noch von keiner. Da alle *Gelis*-Arten als Schädlinge anzusprechen sind, ist dieser Zustand bedauerlich. Die wirtschaftliche Bedeutung der häufigeren unter ihnen ist entschieden erheblich, und auch als ganzes genommen stellt die Gattung einen ernst zu nehmenden Faktor dar. Ausschaltungs- bzw. Bekämpfungsversuche werden erst in Frage kommen, wenn die biologischen Voraussetzungen geklärt sind. Unsere Untersuchungen sind als Vorarbeiten in dieser Richtung gedacht.

Anläßlich unserer Studien über die Gradationsverhältnisse bei *Pieris brassicae* L. hatten wir Gelegenheit, über 2 Vertreter der Gattung durch Beobachtung und Experiment ein ziemlich reichhaltiges Material zusammenzutragen. Es ist nachstehend für einen der beiden zusammengestellt als ein Versuch, das Lebensbild einer eigentümlichen Schlupfwespe zu zeichnen. Ich widme die Arbeit in Verehrung unserem Altmeister und Vorkämpfer für die Verbreitung der Kenntnisse von den Insekten als wirtschaftlicher Macht, Herrn Geheimrat Prof. Dr. K. ESCHERICH, anläßlich seines 80. Geburtstags.

B. Morphologische Kennzeichen der Volltiere

Als Parasiten von *Pieris brassicae* L. bzw. von *Apanteles glomeratus* L. werden im Schrifttum mindestens 7 *Gelis*-Arten genannt, nämlich *G. nigritus* Först. (PAILLOT, FERRIERE und FAURE 1924, S. 78—79, FAURE 1925, S. 524, FAURE 1926, S. 157—159), *G. trux* Först. (MARTELLI 1907, S. 184. FAURE 1926, S. 88, FULMEK 1937, S. 154), *G. vorax* Först. (LEDERER, 1939, S. 154), *G. agilis* F. (BERLESE, 1903, 31 S., FULMEK 1937, S. 154), *G. transfuga* Först. (FULMEK 1937, S. 154), *G. instabilis* Först. (MARTELLI 1907, S. 186, 218, FAURE 1926, S. 157—159, ?VOUKASSOVITCH 1924, GYÖRFI 1941, S. 112) und *G. impotens* Först. (FULMEK 1937, S. 154). Für *G. nigritus* Först., *G. agilis* F. und *G. instabilis* Först. wird *Apanteles glomeratus* ausdrücklich als der eigentliche Wirt bezeichnet, auch die übrigen Arten dürften aber nur in indirekten Beziehungen zu *Pieris brassicae* stehen.

Das heute zu behandelnde, in den Jahren 1930—1951 zusammengetragene, in unserer Typenliste unter „Ichn. 71" (= *Gelis* 71) geführte Material hat mehreren Spezialisten zur Bestimmung vorgelegen. Wir sind ihnen für die aufgewandte Mühe herzlich dankbar. Sie konnte infolge der Schwierigkeit der Aufgabe erst spät zu einer annähernden Klärung führen. Lange blieb es sogar zweifelhaft, ob es sich um eine oder mehrere Spezies handelt. Herr E. BAUER, Goslar (Brief vom 30. 3. 31), sprach 1930/31 von uns als vermeintlich hierher gehörig eingeliefertes Material als *Gelis agilis* Grav. an. Herr TH. KUPKA, Oderberg (Brief vom 17. 2. 44), kam bei anderen, später erbrüteten Stücken zu der Auffassung, es handle sich vielleicht um *G. nigritus* Först. oder um etwas Neues. Erstere Deutung schien insofern etwas für sich zu haben, als auch FAURE (1926, S. 157—160) in seiner inhaltsreichen Studie über die Biologie von *Pieris brassicae* die eine der beiden von ihm beobachteten Arten auf *G. nigritus* Först. bezog. Bei der anderen handelte es sich um *G. instabilis* Först. (s. BLUNCK 1951, S. 40). Inzwischen hat sich aber herausgestellt, daß auch *G. nigritus* Först. bei der heute zu behandelnden Art nicht in Frage kommt. Herr

R. Hinz, Iburg, (Brief vom 18. 3. 51 und Karte vom 11. 4. 51) hat sie daraufhin unter Hinzuziehung von Typen sorgfältig untersucht und kam zu dem Ergebnis, daß die Deutung als *G. nigritus* Först. abgelehnt werden muß. Er gewann zunächst den Eindruck, daß in einer Auswahlsendung von uns in den Jahren 1942, 1943 und 1950 erbrüteter Männchen und Weibchen, die wir damals noch für untereinander artgleich hielten, alle Stücke zu *G. faunus* Först. gehörten. Inzwischen haben wir aber festgestellt, daß es sich bei diesem Material nur teilweise um die heute zur Diskussion stehende Art, bei der Mehrzahl dagegen in der Tat um *G. faunus* Först. oder um *G. corruptor* Först. gehandelt hat, die einander zum mindesten nahe stehen. So kommt es wohl, daß Herr A. Roman, Stockholm, eine u. E. gleichartige Sendung zu letzterer Art gestellt hat. Nach Schmiedeknecht (1930—1933 S. 20) hält Morley beide nur für Varietäten. Herr Dr. Ch. Ferriere, Genf, konnte ihm 1949 zugeleitetes Material unserer Ichn. 71 als *G. transfuga* Först. bestimmen. Er schrieb damals (27. 9. 49): „Das Weibchen stimmt genau mit Schmiedeknecht's Beschreibung; aber das Männchen von *transfuga* war noch nicht bekannt, und Ihre männlichen Stücke kommen in die Nähe von *P. imbecillus* Först. und *erythropus* Först., Arten, wovon nur die Männchen bekannt sind." Weitere, durchweg aus *Ap. glomeratus* von uns in den Jahren 1942, 1943 und 1951 aufgezogene Stücke unserer Art wurden von ihm jetzt auf die gleiche Spezies bezogen. Es heißt dazu in seinem Brief vom 9. 6. 51: „Ichn. 71 scheint dem *corruptor* sehr nahe zu stehen. Einige Stücke, ♂ und ♀, sind von der var. *faunus* schwer zu trennen. Nach einigen Weibchen ist aber die Art fast sicher *Gelis transfuga* Först. Ich habe hier eine Serie als *transfuga* genannter Stücke (gefangen, Gast unbekannt), welche Ihren Stücken sehr ähnlich sind. Nach Morley ist *transfuga* ein Synonym von *attentus* Först., aber diese Art ist größer und scheint etwas verschieden zu sein. Sehr nahe stehend ist auch *P. comes* Först., von welchem Schmiedeknecht sagt: „Dem *P. corruptor* var. *faunus* ähnlich, aber der abschüssige Raum entschieden schräger und der Hinterleib bis an das Ende punktiert." Auch ist das Männchen von *comes* geflügelt, also ganz verschieden. Von *G. transfuga* ist bis jetzt nur das Weibchen beschrieben worden."

Wir hoffen, daß mit dem Befund von Herrn Ferriere die schwierige Aufgabe gelöst ist. Im Titel dieses Aufsatzes haben wir seinem Vorbehalt, daß die Bestimmung „fast" sicher sei, aber noch dadurch Rechnung getragen, daß wir unsere Art als *Gelis cf. transfuga* Först. bezeichnet haben, und im Text ließen wir sie unter der Nummer unserer Typenliste, also als *Gelis* 71, laufen. Um die Form ganz eindeutig zu charakterisieren, geben wir für alle Fälle weiter unten eine ausführliche Beschreibung.

Vorausgeschickt sei noch eine allgemeine Bemerkung. Die Schwierigkeiten bei der *Gelis*-Determinierung beruhen zum guten Teil auf der Flügellosigkeit der Spezies. Die Weibchen sind immer völlig apter, bei den Männchen sind meist nur winzige, knopf- oder läppchenförmige Ansätze erhalten geblieben. In Verbindung damit haben Meso- und Metathorax in den dorsalen Partien weitgehende Rückbildungen erlitten, bei den Weibchen noch mehr als bei den Männchen. Davon wird auch eine charakteristische Skulptur in Form der Area superomedia und der A. petiolaris betroffen, womit der Systematiker zu arbeiten pflegt. Zu diesem nivellierenden, die Spezies einander gestaltlich nähernden Moment kommt ein anderes, das die Bestimmungsarbeit noch empfindlicher erschwert. Es besteht in starkem Variieren der Individualcharaktere. Das Ausmaß der Reduktion am Thorax wechselt nicht nur von Spezies zu Spezies, sondern auch innerhalb der Art von Individuum zu Individuum. Wir sind bei *G. corruptor* Först. (Ichn. 25) auf Männchen mit voll entwickelten Flügeln und auf solche gestoßen, bei denen fast die letzten Spuren von diesen, nie aber das Scutellum geschwunden waren, während das Gros eine Mittelstellung einnimmt. Weitere Schwierigkeiten resultieren aus dem Variieren der Körpergröße der Einzeltiere. Diese hängt von der Art des Wirts ab. Je voluminöser der Wirt ist, desto größer fällt der Parasit aus. Mit der Dimension der Körperteile wechselt aber auch oft deren Farbe und Struktur. Kleine Individuen pflegen im allgemeinen dunkler getönt zu sein als große. Oft ist auch die Zahl der Fühlerglieder reduziert. Wir haben darüber hinaus den Eindruck gewonnen, daß die Spezies bei einigen Arten in systematische Einheiten niederer Ordnung mit morphologischen Besonderheiten aufgeteilt sind. Sie können die Färbung und vielleicht auch Einzelheiten der Behaarung betreffen. Die Nachkommenschaft eines und desselben Weibchens fällt bei einheitlicher Ernährung ziemlich gleichmäßig aus. Dasselbe gilt, nur wenig abgeschwächt, für die ganze Population auf engem Raumbezirk. Aus weit von einander entfernten Orten bezogene Stücke können aber so stark differieren, daß der Bearbeiter in ernste und nicht immer behebbare Zweifel gerät, ob er eine oder mehrere Spezies vor sich hat. Wahrscheinlich sind einige Arten so weit aufgespalten, daß es angebracht wäre, von Subspezies und von Rassenbildung zu sprechen. Diese Auffassung hat heute nichts

Befremdliches mehr. Wir wissen, daß auch bei den Insekten die Spezies nicht so stark festliegen, wie man früher meinte. Mehr und mehr häufen sich die Meldungen über Vorkommen von Unterarten und Biotypen bei diesem bislang für weitgehend erstarrt gehaltenen Tierstamm. Die Unterschiede sind zum Teil wie bei der Reblaus morphologisch, zum Teil wie bei den giftresistenten Stubenfliegenrassen und dem Obstwickler *Carpocapsa pomonella* L. nur physiologisch faßbar. Auffällig hoch ist die Zahl der Meldungen über Rassenbildung bei parthenogenetisch potenten Insekten. Das ist vielleicht kein Zufall. Wo der ausgleichende Einfluß der Amphimixis fehlt, können sich leichter neue Charaktere fixieren. Vielleicht hängt damit auch das bunte Bild des Individuenbestandes mancher *Gelis*-Arten und im besonderen die Schwierigkeit bei der Determinierung der hier zu besprechenden Form zusammen.

I. Allgemeines

Statur robust, etwa wie bei dem ähnlichen *Gelis corruptor* Först. (Ichn. 25), zierlicher als bei dem ebenfalls nahestehenden *G. instabilis* Först. (Ichn. 27). Körperdecke deutlich, aber feiner und schwächer als bei letzterer skulpturiert, dichter und kürzer behaart. (Bei Zwergen alle Unterschiede verwischt, die Tiere dann aber in der Regel gleichzeitig stärker skulpturiert und schwächer behaart.) — 3—4 mm, verzwergt bis knapp 2 mm abwärts.

Caput: Groß, etwa 1½ mal so breit wie der Thorax, vorn stark abgeflacht, Stirn oft mit einer sehr flachen, von der vorderen Ozelle herablaufenden Längsfurche. Verbindungsfurche zwischen den Fazettenaugen und der Mandibelbasis deutlich. Pechbraun, fast schwarz. Sehr fein, aber deutlich skulpturiert, auf der Stirn etwas gröber und mehr gepunktet als Scheitel und Hinterhaupt, unterschiedlich stark gepunktet in den Wangenteilen. Mattglänzend. Behaarung am dichtesten und kürzesten auf dem Scheitel und am Hinterhaupt, weitläufiger, aber länger auf der Stirn, noch spärlicher und länger auf den Wangen. — Fazettenaugen stark gewölbt. — Clypeus scharf gegen das Gesicht abgesetzt, stark und gleichmäßig gewölbt, Vorderrand schwach konvex, ohne Warzen, schwächer skulpturiert als die Stirn, mit etwa 8 zu einer Querreihe gestellten, langen Haaren. — Antennen rot bis pechbraun oder schwarz, Basalglieder der Geissel heller. — Mandibeln rotbraun bis schwarz. — Palpen gelbrot bis rotbraun und dunkelbraun. — Mundpartie immer auffällig hell.

Thorax: Wesentlich schwächer entwickelt als bei *P. instabilis* Först. Immer partiell pechbraun, partiell rot, ersteres aber zuweilen nur sternal hart über den Coxen und am Hinterrand des Hinterrückens, letzteres zuweilen nur am Notum und an den pleuralen Partien des Prothorax. In allen Teilen stärker skulpturiert als am Kopf und partiell, besonders auf dem Mesonotum, mindestens so stark oder stärker behaart als am Scheitel. — Area superomedia und A. petiolaris nicht abgegrenzt (bei *G. instabilis* Först. dagegen angedeutet), auch die Querleiste zwischen beiden meist kaum erkennbar, vor allem nicht bei den Weibchen, (bei *G. corruptor* Först. [Ichn. 25] dagegen immer deutlich und scharfkantig), die die Querleiste als hintere Begrenzungslinie der Area externa seitlich fortsetzende Leiste dagegen stark ausgeprägt und in Seitenansicht zahnartig vorspringend. Stigmen des Hinterrückens kreisförmig. Dessen abfallender Teil im Feld nackt und noch gröber gekörnelt als die ebenfalls kräftig skulpturierten Pro-, Meso- und Metapleuren. — Beine robust, braun bis schwärzlichbraun, letzteres besonders an den Oberschenkeln, relativ am hellsten die Schenkelringe, diese selbst höchstens rotgelb. Sporn der Hintertibien etwa ⅓ so lang wie das 1. Tarsalglied. Dieses nur etwa ²/₅ so lang wie die Hintertibia.

Abdomen: Immer partiell tiefbraun oder rotbraun bis pechbraun, partiell rot oder rotgelb, ersteres aber zuweilen nur am 3. und an den folgenden Tergiten, die einheitlich dunkel sind (nur bei Zwergen Ausnahmen), letzteres zuweilen nur am Hinterrand des Hinterleibstiels (bei Zwergen in Ausnahmefällen allerdings selbst dort kaum heller). Dicht bis sehr dicht, aber immer relativ kurz, oft fast seidig behaart, besonders auf dem 2. Tergit, aber auch auf den letzten Segmenten meist nur un-

wesentlich geringer, dort die Haare nie ausgesprochen lang (Gegensatz zu *G. corruptor* Först. [Ichn. 25]). Fein skulpturiert in der vorderen Hälfte der letzten Tergite nur mit querlaufenden, zarten Wellenlinien, dort kaum behaart und stärker glänzend als in der hinteren Hälfte. — Petiolus nur mäßig stark gekrümmt, Seitenkanten deutlich gerandet, eher etwas schwächer skulpturiert als der Scheitel. Stigmen hinter der Mitte. Postpetiolus höchst selten mit flacher Mitteldelle.

II. Besonderheiten des Männchens

Allgemeines: Ausgesprochen schlank. Meist nicht ganz so dicht behaart wie das ♀. Äußerst ähnlich und in den schwächer behaarten Stücken nur schwer unterscheidbar von *G. corruptor* Först. (Ichn. 25).

Caput: Scheitel und Hinterhaupt fein und sehr gleichmäßig skulpturiert, eher gepunktet als gefeldert. Relativ spärlich behaart, auch auf dem Scheitel in Höhe der Grundlinie des Stemmaticum zwischen den Fazettenaugen höchstens reichlich 20 Haare, meist nur etwa 1 Dutzend oder noch weniger.

Ozellen: Mittelgroß, Grundlinie des Stemmaticum ebenso lang oder ein wenig länger als der Abstand von den Fazettenaugen.

Fazettenaugen: Länge : Breite = $1\frac{1}{2} : 1$.

Antennen: Mittellang und schlank (nicht ganz so lang wie der Körper). Antenne: Tibia des Hinterbeines etwa = $3\frac{1}{4} : 1$.

Flagellum: 19—22 Glieder (bei verzwergten Stücken weniger, aber mindestens 16). Das 1. und die letzten Glieder ein wenig schlanker als die übrigen.

1. Glied knapp 4 bis $4\frac{1}{2} : 1$ (wie in der Folge bezogen auf das distale Ende der Glieder),
2. Glied 3 bis $3\frac{1}{2} : 1$,
3. Glied reichlich $2\frac{1}{2} : 1$,
4. Glied knapp $2\frac{1}{2} : 1$,

vorletztes Glied $1\frac{1}{2} : 1$,
Endglied etwa $2 : 1$.

Thorax: Relativ länger und flacher als beim ♀, aber dorsal stärker aufgegliedert, individuell etwas wechselnd.

Mesonotum: Scutellum meist scharf abgegrenzt und stark vorspringend, äußerst selten völlig eingeschmolzen (dann gleichzeitig auch die Flügelreste geschwunden, Thoraxrücken also nun etwa wie beim ♀).

Metanotum: Schmal, aber gegen den Hinterrücken scharf durch eine Furche geschieden, in sich quergerieft.

Hinterrücken: Wesentlich länger als beim ♀, hinter der sehr selten scharfen Querleiste etwas weniger steil, d. h. mit weniger als 45° abfallend (bei Zwergen aber auch steiler), in diesem Teil ½ bis fast so lang wie im horizontalen, aber der Hinterrücken als Ganzes kaum so lang wie Pro-, + Meso- + Metanotum zusammen, also knapp ½ so lang wie der ganze Thorax. — Stigmen relativ weiter vorn als beim ♀, in der vorderen Hälfte des horizontalen Teils.

Beine: Länger und schlanker als beim ♀.

Flügel: Zu winzigen weißen Läppchen reduziert, Vorderflügel kaum die Einlenkungsstelle der noch kleineren Hinterflügel erreichend, aber an beiden einzelne Tasthärchen. Äußerst selten völlig fehlend (s. bei Scutellum).

Abdomen: Ausgesprochen schlank.

Petiolus: Schmal. Ähnlich aber eher etwas unregelmäßiger skulpturiert als Scheitel und Hinterhaupt. Mäßig dicht behaart, am Hinterrand querüber höchstens 20 Haare. Stigmenknöpfe oft stark ausgebildet, nicht selten aber auch völlig fehlend. Postpetiolus nur schwach trapezoid, zuweilen fast rechteckig, infolgedessen dann die Seiten des Petiolus nur bis zu den Stigmen divergierend und dann subparallel, also in sich gebrochen. Etwa $1\frac{1}{2}$ mal so lang wie in der Mitte breit, Hinterrand nur etwa $2\frac{1}{2}$ mal so breit wie der Petiolus vorn und nur reichlich ¼ so breit wie der Hinterrand des 2. Tergits, meist etwas nach den Seiten zu ausgeschweift, dann in der Mitte nach hinten vorgezogen.

2. Tergit: Länger als breit. Meist rot gerandet, äußerst selten ganz rot oder nur mit kleinem dunklen Mittelfleck, häufiger aber ganz pechbraun. In der Regel, aber nicht immer, weniger dicht behaart als beim ♀, nicht stärker glänzend als dort, eher wohl etwas kräftiger skulpturiert, wenigstens in der vorderen Hälfte, und die Runzeln z. T. in Form quer verlaufender Wellenlinien, im übrigen eher genetzt als gepunktet (bei *G. corruptor* Först. [Ichn. 25] kräftiger und eher gekörnelt skulpturiert).
   Gastrocoelen: Weit vorn, oft heller als die Umgebung und dann deutlich kenntlich, rundlich.
3. Tergit: Fast immer ganz pechbraun oder rotbraun, wohl nie ausgesprochen zweifarbig, d. h. nie partiell rot, partiell braun wie meist das 2. Tergit. Äußerst fein genetzt, hinten fast spiegelglatt (Unterschied zu *G. corruptor* Först. [Ichn. 25]). Kaum schwächer behaart als das 2. Tergit.

Restliche Tergite: Pechbraun, seltener rotbraun. Eher schwächer behaart als die vorderen.

Parameren: Sehr kurz, pechbraun.

III. Besonderheiten des Weibchens

Allgemeines: Gedrungener und robuster gebaut als das ♂, wesentlich dichter behaart.

Caput: Eher noch massiger als beim ♂. Scheitel und Hinterhaupt feinst skulpturiert, eher gefeldert als gepunktet. Weit dichter behaart als beim ♂, dort in Höhe der Grundlinie des Stemmaticum zwischen den Fazettenaugen ca. 30—40 Haare.

Ozellen: Sehr klein, noch kleiner als bei *G. instabilis* Först. (Ichn. 27) und *G. corruptor* Först. (Ichn. 25). Grundlinie des Stemmaticum etwa so lang wie der Abstand von den Fazettenaugen.

Fazettenaugen: Eher ein wenig rundlicher als beim ♂, Länge : Breite = knapp 1½ : 1.

Antennen: Im ganzen heller und mehr rot als beim ♂. Ausgesprochen kurz und dicklich, knapp ⅔ so lang wie der ganze Körper (Antenne: Tibia des Hinterbeins etwa = 2 : 1).

Flagellum: Stärkste Breite in der distalen Hälfte, nach dem Ende zu kaum verjüngt. 16—17 Glieder (bei verzwergten Stücken weniger, aber mindestens 15).
1. Glied 3⅓ bis 3½, sehr selten 3¼ : 1 (also kürzer als bei *P. instabilis*),
2. Glied meist ein wenig kürzer als das 1.,
3. Glied reichlich 2 bis 2½ : 1,
4. Glied 1½ bis 1⅔ : 1,
vorletztes Glied 1 : 1,
Endglied 1½ bis 2 : 1.

Thorax: Kürzer aber breiter und höher als beim ♂, dorsal weniger aufgegliedert.

Mesonotum: Scutellum nicht abgegrenzt.

Metanotum: Nicht gegen den Hinterrücken abgesetzt.

Hinterrücken: Verhältnismäßig kurz, hinten steil, d. h. im Winkel von mindestens 45° abfallend, in diesem Teil halb so lang wie im horizontalen und fast ⅓ so lang wie der ganze Thorax. — Stigmen relativ weit hinten, etwa in der Mitte des horizontalen Teils.

Beine: Kürzer und kräftiger als beim ♂.

Flügel: Völlig fehlend, auch die Ansatzstellen weniger scharf vorspringend als beim ♂.

Abdomen: Gedrungen, breit.

Petiolus: Sehr breit. Ähnlich und kaum schwächer skulpturiert als der Scheitel. Dicht behaart, am Hinterrand querüber 35—40 Haare. Stigmenknöpfe nicht oder kaum vorspringend. Seitenränder nicht in Stigmenhöhe gebrochen, sondern kontinuierlich in den Postpetiolus übergehend, dort also weiter stark divergierend. Dieser somit ausgesprochen trapezoid, Hinterrand fast 4mal so breit wie der Petiolus vorn und reichlich ¼ so breit wie der Hinterrand des 2. Tergits, meist weniger nach den Seiten zu ausgeschweift und in der Mitte weniger stark nach hinten vorgezogen als beim ♂, eher gerade abgeschnitten.

2. Tergit: Etwa ½ so lang wie breit. Im allgemeinen ausgedehnter rot als beim ♂, aber auch hier meist in der Mitte mit dunklem Fleck, selten ganz pechbraun.
Gastrocoelen: Wenig deutlich.

3. Tergit: Eher heller als beim ♂, zuweilen Vorderrand rot, meist aber ganz pechbraun.

Restliche Tergite: Meist einheitlich tiefbraun oder pechbraun.
Ovipositoren: Länger als der Petiolus, den Hinterleib um dessen halbe Länge überragend.

C. Vorkommen

Ichn. 71 gehört nicht zu den häufigsten Parasiten von *Pieris brassicae*. Die Art steht auch unter den rund 61 650 Ichneumoniden, die wir im Laufe der Jahre, d. h. von 1930—1950, einschlägig erbeuteten und determinierten (s. Blunck 1951, S. 342—344), mit rund 300 Individuen durchaus nicht in der ersten Reihe. *Hemiteles fulvipes* Grav. (ca. 42 870), *Leptocryptus brevis* (ca. 9000), *H. areator* (Panz.) *Grav.* (ca. 3200), *H. submarginatus* Bridg. (ca. 3050) und *H. simillimus sulcatus* (ca. 2100) sind dort weit reichlicher vertreten (s. a. Blunck 1944, S. 480—481 u. 1951, S. 40—43). Innerhalb der Gattung *Gelis* war sie aber zusammen mit *G. instabilis* Först. (ca. 400) und *G. corruptor* Först. [Ichn. 25] (knapp 200) führend.

Über die Herkunft unseres Materials gibt Tabelle 1 Auskunft. Aus ihr ist zu ersehen, daß Ichn. 71 in Deutschland weit verbreitet ist, ja, wohl dort in allen Biotopen vorkommt, in denen sich Ichneumoniden wohlfühlen, und wo es an ihren speziellen Wirten (s. u. u. S. 228) nicht fehlt. Wahrscheinlich gilt das auch für andere europäische Länder. Das uns zugegangene Material gibt dafür allerdings noch kaum Belege. In dem, was wir aus den Nachbarländern Deutschlands erhalten haben, fehlt die Art bislang mit Ausnahme von Seeland in Dänemark (Tab. 1, lfde. Nr. 42).

D. Wirte

Unser Material entstammt, soweit es aus dem Freiland kommt, zu über 96 %, nämlich wie Tab. 1 besagt, zu 291 Individuen aus *Apanteles glomeratus*. Das beruht zur Hauptsache darauf, daß wir bis einschließlich 1949 nur mit dieser Braconide arbeiteten. Es kommt aber hinzu, daß *Ap. glomeratus* hier bei weitem der häufigste Vertreter seiner Familie ist. Man darf daher wohl annehmen, daß er einen der Hauptwirte von *Gelis* 71 abgibt, ja, wohl deren wichtigstes Brutmaterial schlechthin stellt. Im übrigen haben wir die Art bislang nur noch aus *Ap. rubecula* Marsh. (1 Stück) und aus *Microplitis mediana* (Ruthe) Reinhard (7 Stück), also aus 2 weiteren Braconiden erbeutet. Das Verhalten der Tiere in Gefangenschaft zeigt, daß zum mindesten die erstere von beiden ebenso gern angenommen wird wie *Ap. glomeratus*. Überdies fallen die in *Ap. rubecula* herangewachsenen Individuen größer aus, als die aus *Ap. glomeratus*. Letzteres gilt auch in Bezug auf *M. mediana*. Es beruht das, wie unsere Versuche mit zusätzlicher Fütterung der Larven mit *Ap. glomeratus* (s. S. 249) ergeben, wohl nur auf der unterschiedlichen Größe der Wirtstiere. Ob *Gelis* 71 auch bei *Ap. rubecula* und *M. mediana* unter deren Parasiten vordringlich rangiert, läßt sich an Hand unseres Materials nicht entscheiden. Es ist dazu zu wenig umfangreich. Wir erbrüteten bislang, d. h. bis zum 14. 6. 51, aus *Ap. rubecula* zusätzlich 1 ♂ und 1 ♀ von *Hemiteles submarginatus* Bridg. (Ichn. 7), 1 ♂ von *H. areator* (Panz.) Grav. (Blunck 1951, S. 43), 3 ♀♀ einer noch nicht determinierten Art (Ichn. 97) der gleichen Gattung, 4 ♂♂ und 3 ♀♀ von *Mesochorus pectoralis* Ratz. (Ichn. 22/23), von denen aber nur 1 ♂ typisch ist und die übrigen sowie

Tabelle 1

Gelis-Arten, erbrütet aus *Apanteles glomeratus* L., *Ap. rubecula* Marsh. und *Microplitis mediana* (Ruthe) Reinhard in den Jahren 1930—1950

Laufende Nr.	Kultur Nr.	Herkunft des Wirtsmaterials[2]) Ort	Datum	Sammler	Parasiten: Ichneumoniden insgesamt	*Gelis* cf. *transfuga* Först. (Ichn. 71) ♂	*Gelis* cf. *transfuga* Först. (Ichn. 71) ♀	*Gelis corruptor* Först. (Ichn. 25) ♂	*Gelis corruptor* Först. (Ichn. 25) ♀	*Gelis instabilis* Först. (Ichn. 27) ♂	*Gelis instabilis* Först. (Ichn. 27) ♀	nicht determinierte *Gelis*-Arten ♂	nicht determinierte *Gelis*-Arten ♀
1	G 826	Pansdorf Holstein	20. 10. 30	H. Blunck	404	—	—	—	—	—	2	—	—
2	G 827	Wensin/Holstein	21. 10. 30	H. Blunck	903	3[1])	1[1])	? 1	—	—	1	—	2 (Ichn. 26)
3	G 838	Wensin/Holstein	24. 10. 30	H. Blunck	114	—	1[1])	—	—	—	—	—	—
4	G 847	Rendsburg	7. 11. 30	H. Blunck	395	—	—	—	—	—	1	—	—
5	G 854	Fehrenbötel b. Rickling	7. 11. 30	H. Blunck	383	—	—	—	—	1[4])	2	—	—
6	G 861/63	Altenhof b. Eckernförde/Holstein	12. 8. 30	H. Blunck	1170	4[5])	88[5])	8 (+ ? 4)	12(+ ? 88)	—	60	2	1
7	G 864	Altenhof b. Eckernförde/Holstein	18. 8. 30	H. Blunck	86	—	—	—	2	—	—	—	—
8	G 865	Altenhof b. Eckernförde/Holstein	27. 8. 30	H. Blunck	20	?1[1])	? 7[1])	4	4	—	5	—	—
9	G 954	Rickling Holstein	19. 9. 31	H. Blunck	113	—	—	—	—	—	20	—	—
10	G 962	Einfeld b. Neumünster	24. 9. 31	H. Blunck	103	—	—	—	—	—	—	2 (? Ichn. 26) 1 (Ichn. 67)	3 (? Ichn. 26)
11	G 996	Riensförde b. Stade	25. 11. 31	W. Speyer	1125	—	—	—	—	—	2	—	—
12	G 998	Einfeld b. Neumünster	27. 11. 31	H. Blunck	1388	—	1	—	1(+?1)	—	19	2 (Ichn. 49)	—
13	G 1000	Einfeld b. Neumünster	27. 11. 31	H. Blunck	92	—	—	—	—	—	4	—	—
14	G 1001	Burg auf Fehmarn	1. 12. 31	H. Blunck	247	—	—	—	—	—	—	4 (Ichn. 49) 1 (Ichn. 67)	2 (Ichn. 49) 1 (Ichn. 59)
15	G 1003	Einfeld b. Neumünster	27. 11. 31	G. Waack	1892	—	—	—	—	—	—	? 1 (Ichn. 45)	8 (Ichn. 45)
16	G 1006	Ohlsdorf b. Hamburg	24. 11. 31	H. Blunck	844	—	—	—	—	—	4	—	2 (Ichn. 45)
17	G 1167	Altenhof b. Eckernförde/Holstein	18. 8. 32	H. Blunck	179	—	—	4	96	—	—	9 (Ichn. 50)	—
18	G 1178	Harburg b. Hamburg	10. 9. 32	H. Blunck	1009	—	—	—	—	—	7	—	—
19	G 1205	Harburg b. Hamburg	Aug./Sept. 32	H. Blunck	36	—	—	—	—	—	3	—	—
20	B 40	Riensförde b. Stade	29. 9. 36	Frl. O. Hadersold	3751	—	—	—	—	—	54	—	—
21	K 39/1	zwischen Köln und Krefeld	30. 9. 39	H. Blunck	50	—	2	—	—	—	1	—	—
22	K 40/1	München	Dez. 39	H. Blunck	113	—	—	—	—		2	—	—
23	K 40/2	Einhausen, Bez. Straubing	29. 11. 39	H. Blunck	90	—	5	—	—	—	1	—	—
24	42/133	Fühlingen b. Köln	12. 9. 42	H. Blunck	1059	—	4	—	—	—	3	—	—
25	42 134	Straße Strehlen—Viersen	12. 9. 42	H. Blunck	1300	—	2	—	—	—	111	1 (Geschlecht indet.)	

26	42/166	Stade/Hann.	Okt. 42	Frl. Tr. Speyer	2432	7[3])	32[3])	26	19	—	28	5 1 (Ichn. 79)	—
27	42/167	Kassel-Süd	13. 10. 42	Frau R. Bach	2381	—	—	1	—	—	4	—	—
28	42,168	Rohlstorf b. Bad Segeberg	Okt. 42	Frl. v. Stumm	400	4	17	1	—	1[4])	16	7 (Geschlecht indet.)	
29	42/201	Bayrische Pfalz	Herbst 42	Pflanzenschutzamt	2037	—	2	1	—	—	—	—	1 (Ichn. 95)
30	42/205	Stade/Hann.	Okt. 42	Frl. Tr. Speyer	50	—	—	—	—	—	7	—	—
31	42/206	Stade/Hann.	Okt. 42	Frl. Tr. Speyer	138	4[3])	3[3])	3	—	—	—	1 (Geschlecht indet.)	
32	42/209	München-Gladbach	13. 10. 42	H. Blunck	258	—	1[3])	—	—	—	1	—	—
33	42/223	Bordesholm	28. 10. 42	E. Meyer	1327	1[3])	1[3])	—	—	—	3	—	—
34	42/225	b. Dresden u. Lommatzsch	3. 11. 42	Pflanzenschutzamt	244	1[3])	2[3])	—	—	—	—	—	—
35	42/226	Posen	Herbst 42	K. Friederichs	348	—	—	—	—	—	1	—	—
36	42/242 A	München-Gladbach-Waldhaus.	12. 11. 42	H. Blunck.	295	1[3])	3[3])	—	—	—	—	—	—
37	42/242 D	München-Gladbach-Waldhaus.	12. 11. 42	H. Blunck	484	—	—	—	—	1[4])	1	—	—
38	42/243	Main-Franken	Herbst 42		251	?	6[3])	5	1	—	1	—	—
39	42/264	Lohr/Bayern	Herbst 42	Pflanzenschutzamt	304	—	? 3	1	—	—	22	—	—
40	42/269	Aschaffenburg	Herbst 42		23	—	4[3])	—	—	—	—	—	—
41	43/130	Stade/Hann.	9. 3. 43	Frl. Tr. Speyer	746	—	—	—	—	—	1	—	—
42	43/161	Lyngby/Dänemark	April 43	P. Bovien	307	4[3])	7[3])	—	—	—	—	—	—
43	43/176	Friesdorf b. Bonn	26. 10. 42		39	6	27	—	—	—	3	—	—
44	43/178	Hachenburg, Westerwald	13. 4. 43		40	1	2	—	—	—	1	—	—
45	43/183	Hachenburg-Kirburg	13. 4. 43		24	—	—	—	—	—	1	—	—
46	44/28	zwischen Warnow und Lübzin/Mecklbg.	19. 12. 44	H. Blunck	31	2[3])	—	—	—	—	—	—	—
47	45/71	Helse/Holstein	12. 7. 45		116	1[3])	—	—	—	—	—	—	—
48	45/72	Marne/Holstein	12. 7. 45		47	1[3])	8[3])	—	—	—	—	—	—
49	45/178	Friesdorf b. Bonn	9. 10. 45		75	3	—	—	—	—	—	—	—
50	45/183	Buschdorf b. Bonn	15. 11. 45	Frl. S. Farwick	4909	—	4	—	—	—	—	—	—
51	45/184	Buschdorf b. Bonn	21. 11. 45	Frl. S. Farwick	4565	—	9	—	—	—	—	—	—
52	45/186	Friesdorf b. Bonn	20. 3. 46	H. Blunck	8	1	—	—	—	—	—	—	—
53	46/35	Friesdorf b. Bonn	9. 5. 46	E. Müller-Kögler	3	—	3	—	—	—	—	—	—
54	50/837	Grevenbroich	8. 11. 50	O. H. Doeckel	1	1	—	—	—	—	—	—	—
55	50/844	Grevenbroich	10. 11. 50	H. Blunck, O. H. Doeckel, Frl. A. Lauenstein	9	3	1	—	—	—	—	—	—
56	50/845	Grevenbroich	10. 11. 50		8	6	—	—	—	—	—	—	—
	Summe:					? 55	? 246	? 55 (+ ? 4)	135 (+ ? 89)	3	392	? 28	20
	insgesamt:				38 766		? 301	? 190 (+ ? 93)		395		+ 9 − 57	

[1]) Material unrein (? auch Ichn. 25). — [2]) Wirt ***Apanteles glomeratus*** L., nur bei lfd. Nr. 55 ***Ap. rubecula*** Marsh. und bei lfd. Nr. 54 und 56 ***Microplitis mediana*** (Ruthe) Reinhard. — [3]) Determinierung unsicher, vielleicht Ichn. 25. — [4]) ? Fehlbestimmung. — [5]) Mindestens teilweise Ichn. 25.

die ♀♀ nicht nur größer, sondern auch dunkler als die von uns aus *Ap. glomeratus* aufgezogenen Stücke sind (s. a. BLUNCK 1951, S. 39—40) sowie etliche Stücke des Chalcididen *Tetrastichus rapo* Walk. (BLUNCK 1951, S. 39). Aus *M. mediana* erzogen wir außer *Gelis* 71 einige wenige Individuen eines von Herrn Dr. FERIERE (Brief v. 9. 6. 51) als vermutlich auf *simillimus* Ratz. zu beziehenden *Hemiteles* sowie 1 oder 2 ♂♂ von *Leptocryptus brevis* Thoms. Manches spricht aber dafür, daß nicht nur diese beiden Arten, sondern das Gros der Braconiden zum mindesten zum fakultativen Wirtskreis unserer Ichneumonide gehören. Dafür spricht, daß auch die Nachbarart *G. instabilis* Först. nach MARTELLI (1907, S. 218) nicht nur bei *Apanteles*, sondern auch bei *Anilastus* brütet. Daß der Wirtskreis bei diesen beiden Arten noch über die Braconiden hinausgeht, glauben wir aber nicht. Die auf S. 252 registrierten Fälle von „Kannibalismus" können nicht zugunsten gegenteiliger Auffassung geltend gemacht werden, da es nicht gelang, auch nur ein einziges Individuum allein auf Kosten eigener Artgenossen aufzuziehen. Die Larven töten sich zwar, wie dort ausgeführt ist, gegenseitig, wenn sie miteinander in Berührung kommen, und mögen beim Besaugen des Gegners diesem auch allerlei Substanz entnehmen, fressen das Opfer aber nicht im eigentlichen Sinne auf. Sie dürften sich anderen Ichneumoniden gegenüber, wenn sie auf solche in den Kokons ihrer natürlichen Feinde stoßen, ebenso verhalten. In Bezug auf Chalcididen scheint das gleiche zu gelten. Versuche, Larven von *Gelis* 71 auf Kosten der Brut von *Tetrastichus rapo* Walk. zur Entwicklung zu bringen, scheiterten (s. S. 252).

Zusammenfassend darf also wohl gesagt werden: *Gelis* cf. *transfuga* Först. lebt auf Kosten von Braconidenlarven und macht dabei wohl wenig Unterschied zwischen den Vertretern der Familie.

E. Verhalten der Volltiere

I. Allgemeines

Bei der Haltung der Volltiere verfuhren wir im wesentlichen ebenso wie bei der Zucht von *Mesochorus pectoralis* Ratz. (BLUNCK 1944, S. 438—441). Als Zwinger dienten also wieder die dort beschriebenen Zuchtzylinder. Vom Einbringen von Blüten in diese sind wir aber jetzt ziemlich abgekommen. Es genügt die Beschickung mit einem in Wasser gestellten *Tradescantia*-Trieb, einem stecknadelkopfgroßen Brocken Dextropur und einem täglich gut zu feuchtenden Wattepfropf, der mit dem Zucker auf die als Unterlage dienende Glasplatte gelegt wird (s. a. S. 228). Ebendorthin verbrachten wir das zu bestiftende Kokonmaterial der Wirte, in der Regel also solches von *Ap. glomeratus*.

An sich halten sich die Tiere auch in einfacher ausgestatteten Zuchtbehältern ziemlich lange, so in den gewöhnlichen Petrischalen von 10 cm Durchmesser und 2 cm Höhe. Selbstverständlich muß ihnen aber auch dort regelmäßig Nahrung und vor allem Wasser gereicht werden. Die Watte muß dauernd naß sein, denn das Feuchtigkeitsbedürfnis ist auch bei dieser Ichneumonide sehr groß. Sogar zur Fortpflanzung kommen die Tiere in diesen kleinen Gefäßen. Müssen die Wespen dursten und hungern, so gehen sie innerhalb kurzer Zeit ein. Am widerstandsfähigsten sind sie noch in den ersten Tagen nach dem Schlüpfen. Ältere Männchen hielten sich nach dem Entzug von Wasser und Nahrung bei Zimmertemperatur maximal 6 Tage.

Wespen, die zwecks Sicherung der Determinierung lebend untersucht werden sollen, werden am besten kurz mit Alkohol 78% betäubt. Es empfiehlt sich aber, dazu reinen Alkohol zu benutzen und diesen nach Eintreten der Narkose schnell wieder abzuwaschen. Ein Männchen von *Gelis* 71, das wir zum gleichen Zweck mit denaturiertem Alkohol dieser Stärke beträufelt hatten, erholte sich zwar schließlich auch, kränkelte aber zunächst 5 Tage (s. a. S. 266).

Gelis 71 ist, gemessen an dem Verhalten anderer Ichneumoniden, eine nur mäßig lebhafte Art. So träge wie die Braconide *Ap. glomeratus* ist sie allerdings nicht. Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur gelingt es aber z. B. unschwer, dem Zuchtbehälter Material zu entnehmen oder solches einzubringen, ohne daß die Insassen entkommen. Noch besser hantiert es sich natürlich bei niedrigerer Temperatur, obgleich die Tiere selbst bei + 9° noch munter umherkriechen. Steht der Zylinder in der Sonne, so kommt mehr Bewegung in das Bild. Vor allem die Männchen geraten dann in Unruhe. Sie laufen im Zickzack umher und werden in ihren Bewegungen unberechenbar. Das gleiche kann in den ersten Stunden nach Einbringen jungfräulicher Weibchen geschehen. Diese selbst sind ruhiger (s. a. Blunck 1951, S. 41). Sie halten sich gern versteckt, besonders in der Jugend. Stunden- und tagelang können sie sich dann in Schlupfwinkeln wie gefalteten Blättern oder Falten im Gazedach aufhalten, so daß wir sie wiederholt entkommen glaubten, um sie später wieder auftauchen zu sehen. Meist begaben sie sich dann zunächst zu den Nahrungsquellen. Die legereifen Individuen halten sich sehr viel bei den *Apanteles*-Kokons auf, so mindestens während der Hälfte der Tagesstunden und wahrscheinlich auch ein gut Teil der Nacht. Während die Männchen schreckhaft sind und aufgescheucht kurze Zeit wild umher rennen, dabei wohl auch abstürzen, auf den Rücken fallen und aufgeregt zappelnd wieder auf die Beine zu kommen suchen, geraten die Weibchen nicht so leicht aus der Fassung. Sind sie beim Fraß oder gar beim Legegeschäft, so lassen sie sich meist überhaupt nicht stören. Man kann dann den Zuchtzylinder umhertragen, umlegen, ja, stärkstens erschüttern oder gar den Wattebausch, den Zuckerbrocken und die *Apanteles*-Kokons aus dem Zwinger herausnehmen, ohne daß die Wespen von ihrer Beute ablassen. Sie dürften sich dann auch leicht in jeder gewünschten Lage fotografieren lassen.

Die Lebensdauer ist beträchtlich. *Gelis* 71 hält sich auch in Gefangenschaft viel länger als *Ap. glomeratus*. Sie bringt es schon in der mit Zucker und nasser Watte beschickten Petrischale auf mehrere Wochen, im Zuchtzylinder aber auf mehrere Monate. Die Männchen sind kurzlebiger als die Weibchen. Durchschnittlich erreichten sie bei Zimmertemperatur in der Schale nur ein Alter von 2—3 Wochen (Max. 34, 39, 39, 43, 49, 53 und 62 Tage) und im Zylinder ein solches von 4 Wochen (Max. wiederholt 30, 1mal 44, 1mal 47, 1mal 50, 2mal 51, 1mal 54, 1mal 55, 1mal 59, 1mal 62, 2mal 65, 1mal 67, 1mal 78, 1mal 79, 1mal 80, 2mal 86, 1mal 88, 1mal 89 und 1mal 91 Tage). Das drittletzte ♂ barg dann im Hoden noch viel aktives Sperma und reifende Spermatiden. Die ♀♀ lebten ein Vierteljahr und länger. Dabei waren sie tagaus, tagein in voller Aktivität und setzten fast täglich Eier ab (s. S. 239). Die ältesten Stücke wurden 120, 142 und 191 Tage alt. Das letzte Stück lebte also länger als ein halbes Jahr. Es war in seinen Bewegungen in den letzten Tagen etwas lethargisch geworden, barg aber beim Tode noch 4 ausgewachsene Eier und je Ovariole überdies mehrere Ei- und Nährfächer mit wachsenden Keimen. Da bei ihm auch im übrigen keinerlei Zeichen von Altersschwäche nachweisbar waren und im besonderen die Extremitäten noch keine Glieder abgestoßen hatten, ist es schwerlich an Altersschwäche verendet. Die Vertreter der Gattung *Gelis* scheinen überhaupt sehr langlebig zu sein. Faure (1926 S. 158) berichtet, daß 3 Weibchen von *G. instabilis* Först., die zwischen dem 12. und 20. 9. 25 geschlüpft waren, erst am 14. 12., 31. 12. 25 bzw. 31. 1. 26 starben. Ein 4. Weibchen lebte sogar bis zum 12. April, also etwa 7 Monate. Faure schreibt allerdings, daß die Tiere im Sommer viel früher, nämlich meist nach 3—4 Wochen eingingen. Das war bei unserem Material von *Gelis* 71 nicht der Fall. Ob die Tiere es aber auch, wenn sie dem freien Spiel der Kräfte ausgesetzt sind, d. h. draußen im Kampf ums Dasein, zu solchen Leistungen bringen, also noch z. Zt. ihrer Enkel und Urenkel am Leben sind, ist allerdings zweifelhaft. Andererseits erlauben unsere Beobachtungen an *Gelis* 71, *Hemiteles simillimus* var. *sulcatus* (Blunck 1951, S. 339 ff.), *H. fulvipes* Grav., *Mesochorus pectoralis* Ratz. (Blunk 1944, S. 442) und anderen Schlupfwespen in Verbindung mit den von Faure bei *Gelis instabilis* Först. und bei *Pimpla instigator* F. erzielten Zuchtergebnissen schon heute die Folgerung, daß jene Autoren im Irrtum sind, die da meinen, die Ichneumoniden halten sich in Gefangenschaft schlecht, kränkeln bald und sterben innerhalb einer Woche (Pampel 1914, S. 294). Schmiedeknecht (1930, S. 88) ist der Meinung, daß sie auch im Freiland nur kurze Zeit leben. Viele Arten bringen es zum mindesten im weiblichen Geschlecht vielmehr auch dort mindestens auf mehrere Wochen, wenn nicht auf einige Monate, und zwar nicht nur dann, wenn sie als Vollkerfe überwintern müssen, sondern auch während der guten Jahreszeit. Das gilt nach Clausen (1940, S. 66) sogar für die Mehrzahl der Spezies. Sie sollen sich in der guten Jahreszeit durchschnittlich 6—8 Wochen halten. *Phaeogenes nigridens* Wesm. lebte im Insektarium in einem Fall sogar 10 Monate.

II. Ernährung

In Bezug auf Art der Nahrung und Verhalten beim Nahrungserwerb gleicht *Gelis* 71 bis in alle beobachteten Einzelheiten den von uns studierten *Hemiteles*-Arten, so dem *H. simillimus sulcatus*, von dem wir unlängst (1951, S. 357—371) eine Beschreibung gegeben haben. Auf den hohen Wasserbedarf wurde schon hingewiesen (s. S. 226). Er scheint allen Ichneumoniden gemeinsam und höher als bei den Chalcididen zu sein. Das spiegelt sich auch im Aufenthaltsraum. Die echten Schlupfwespen bevorzugen wald- und gebüschreiches Gelände (SCHMIEDEKNECHT 1930 S. 88), während die Zehrwespen sich auch viel in offenem, flachen Feld finden. Zu diesem Bild paßt, daß wir aus *Apanteles*-Material, das aus den süd- und vor allem aus den osteuropäischen Ländern stammte, mehr Chalcididen als Ichneumoniden aufzogen.

Die Männchen nehmen im übrigen nur Kohlehydrate auf. Ebenso wie die Weibchen lecken sie auch gern Zucker. Wir reichten diesen neuerdings nur in Form von Dextropur, also als Traubenzucker, und zwar anfangs in Wasser gelöst und auf Watte geträufelt, später vornehmlich als feste Kristalle. An diesen lecken die Tiere eifrig. Sie führen die Substanz dabei wohl zunächst mittels ausgeschiedenen Speichels in flüssige Form über und schlürfen die Lösung dann ein.

Die Weibchen verhalten sich ebenso. Sie brauchen aber, um zu reichlicher Eiproduktion zu kommen, außerdem Eiweißnahrung und verschaffen sich diese ebenso wie *H. simillimus sulcatus* und sonstige Arten der gleichen Gattung durch Anzapfen der Braconidenbrut, mit der sie ihre Larven aufziehen. Dabei verhalten sie sich ebenso wie andere Ichneumoniden (BLUNCK 1951, S. 357—371). Für *Gelis* hat FAURE (1926, S. 159) den eigenartigen Vorgang beschrieben. Wir geben nachstehend die anschauliche Schilderung des sonderbaren Prozesses wörtlich[1]) wieder »La femelle du *Pezomachus* parcourt l'amas de cocons, les tâte avec l'extrémité de ses antennes courbées vers l'avant et s'agitant constamment. L'abdomen est ramené en avant et en-dessous; la tarière est enfoncée dans cocon. La femelle larde alors de coups de tarière sa victime et cherche à l'amener contre la paroi du cocon par des retraits plus violents de la tarière. Ce résultat obtenu, la tarière est enfoncée à fond encore 2 ou 3 fois; le sang de la victime perle à la surface du cocon. La femelle lèche ce liquide qu'ont voit sourde en une large gouttelette; pendant la succion, la tarière reste engagée par sa pointe dans la paroi du cocon ou est retirée entièrement. Quand tout le sang a été absorbée, la femelle essaye encore de s'abreuver en plaquant plus intimement son orifice, buccal au trou percé dans le cocon. Quand il ne s'écoule plus de liquide, elle enfonce à nouveau sa tarière, en utilisant le premier orifice, qu'elle parvient à retrouver. De nouveaux coups de tarière dans le corps de la larve d'*Apanteles* provoquent un nouvel écoulement de liquide sanguin. L'absorption a lieu encore la tarière engagée ou retirée; dans le premier cas, la femelle suce directement le lequide qui perle et ne se sert pas de sa tarière comme l'*H. areator*. Ici encore c'est le sang de la victime qui en se coagulant assure le plaquage contre la paroi interne du cocon. Rien ne laisse supposer que la femelle sécrète un liquide spécial servant à la fixation de sa victime nous avons cependant porté toute notre attention sur ce point.« Dem haben wir kaum etwas hinzuzufügen. Daß die Wespe dasselbe Anstichloch im Kokon mehrmals benutzt, haben wir allerdings nicht beobachtet. Manches spricht vielmehr dafür, daß sie es, wenn der Stachel erst einmal ganz herausgezogen ist, nicht wiederfinden kann. Die Dinge würden also ebenso wie bei *Pimpla examinator* Ratz. liegen, die nach GRAHAM (1947, S. 44—45) das auch nicht tut. Auch dann, wenn *Gelis* 71, ohne seinen Platz auf dem Opfer zu verändern, dieses mehrmals ansticht, liegen später die Löcher im Kokon zwar dicht nebeneinander, sie überschneiden sich aber nur selten (Abb. 1), und decken sich wohl nie ganz. Mehrmalige Benutzung müßte sich wohl auf die Gestalt des Loches auswirken. Die Stichstellen bleiben aber untereinander alle genähert gleich. Ihre Form ist auch aus Skizze Abb. 1 ersichtlich. Sie entspricht dem Querschnitt des Legestachels, ist also genähert ovoid und zuweilen nach dem einen Pol zu ein wenig verjüngt. Die Maße schwanken je nach der Größe der Wespe und damit ihres Stachels zwischen

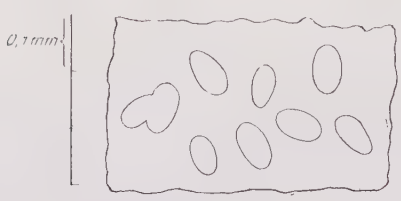


Abb. 1. Ausschnitt aus einem Kokon von *Apanteles glomeratus* L. mit Stichlöchern von *Gelis* 71, darunter 2 sich überschneidend (kombiniert)

[1]) Die in diesem Werk sehr reichlichen Druckfehler sind nicht ausgemerzt.

0,06×0,04 und 0,08×0,05 mm. Betrachtet man den Kokon von außen, so sind die Stichlöcher z. T. von dem lockeren Gespinst, das ihnen aufliegt, verdeckt. Besser sind sie von der glatten Innenseite des Puppenhauses aus sichtbar. Das gilt besonders für die Kokons von *Ap. rubecula* und mehr noch für die von *M. mediana*. Andere Ichneumoniden, z. B. *Pimpla examinator* Ratz., bohren nur selten denselben Kokon zweimal oder noch häufiger an (GRAHAM 1947, S. 44—45). In dieser Beziehung verhält sich *Gelis* 71 durchaus abweichend. Die Zahl der Stiche eines und desselben Weibchens im Kokon kann groß sein, viel größer als nach der Auffassung von FAURE zu erwarten wäre. Ein Weibchen, dem täglich 2—3 frische Kokons von *Ap. glomeratus* auf etwa 24 Stunden überlassen wurden, fertigte vom 6. 2. — 11. 3. 28 (2 Kokons), 54 (2), 38 (2), 34 (3), ca. 3 Dtzd. (3), 23 (3), 34 (3), mehr als 12 (3), 32 (3), 13 (3), 10 (5), 31 (3), 58 (6), mehr als 69 (3), 44 (3), 82 (6), 87 (6), 57 (6), 59 (6), mehr als 6 in 12 Std. (3), 46 (3), 35 (3), 51 (3), 109 (3), 7 (3), 56 (4), 29 (3), 29 (3), 38 (3), 44 (4), 72 (3), 40 (3), 53 (3) und 52 (2) Anstiche. Der Nachweis von 109 Löchern im Kokon, die innerhalb 24 Stunden gebohrt wurden, besagt, daß das Tier stündlich mindestens 4—5 Anstiche gemacht hat. Im Einklang mit dieser Feststellung sahen wir ein Weibchen innerhalb 15 Minuten 2 Kokons anbohren. Die regste Tätigkeit entfaltete das Tier in den Tagesstunden. Es ruhte aber auch nachts im verdunkelten Raum durchaus nicht. Wir zählten nämlich vom

20. 2.	9.45	21. 2.	7.00	7 Anstiche
21. 2.	7.00	21. 2.	19.00	75 „
21. 2.	19.00	22. 2.	7.00	39 „
22. 2.	7.00	22. 2.	19.00	48 „
22. 2.	19.00	23. 2.	7.00	10 „
23. 2.	7.00	23. 2.	19.00	47 „
23. 2.	19.00	24. 2.	7.00	18 „
24. 2.	7.00	24. 2.	20.30	41 „
24. 2.	20.30	25. 2.	7.00	6 „

Die Temperatur betrug 16—18—20°. Das Weibchen war begattet und legte inzwischen eifrig, d. h. täglich durchschnittlich 2—3 Eier. Unbegattete Weibchen sind in Bezug auf Blutmahlzeiten genügsamer, vor allem, so lange sie keine Brut produzieren. Wir hatten ein solches Weibchen in Kultur, das wochenlang die Kokons fast unbeachtet ließ und nur vereinzelt 1, max. bis zu 6 Anstiche fertigte. An den ersten Lebenstagen nehmen die Tiere noch kein Blut auf. Das jüngste Weibchen, das wir beim Anstechen eines Kokons beobachtet haben, war höchstens 3 Tage alt und noch jungfräulich, ein 2., ebenfalls noch unbegattetes 4—5 Tage. Oft, wenn nicht meistens, erfolgt der erste Anstich etwa eine Woche nach dem Schlupf.

Bevorzugt angestochen werden die Larven der Wirte, also vor allem die von *Ap. glomeratus*, aber auch junge Puppen werden geschröpft. So trafen wir eine Puppe mit 42 Anstichflecken. Diese sind infolge Schwärzung bei den Puppen ebenso leicht erkennbar wie bei den Larven (s. unten u. Abb. 19 A). Saugstellen der Larven schwärzen sich nicht.

Abb. 2. Larve von *Apanteles glomeratus* L. mit Stichflecken des ♀ von *Gelis* 71. Vergr. ca. 15mal. Dr. Rönnebeck fot

Nicht jeder Anstich führt zur Blutentnahme. Solche fällt von vorherein dann aus, wenn das Tier den Kokon nur zur Eiablage anbohrt. Mit dieser braucht keine Verwundung der Wirtslarve verbunden zu ein. Das Ei wird frei zwischen ihr und der Kokonwand abgesetzt (s. S. 237). Wenn das Weibchen, wie FAURE (1926, S. 159) annimmt, die Beute vor der Eiablage lähmt (s. a. weiter unten S. 230), also verwundet, würde darauf zum mindesten nicht zwangsläufig eine Blutmahlzeit folgen. Überraschenderweise bringt die Wespe aber auch im übrigen dem Opfer viele Wunden bei, ohne daraus ersichtlichen Nutzen zu ziehen. Die Stiche sind an der Larve leicht als schwärzlich gerandete, längliche Flecke kenntlich. Sie sind etwa ebenso lang wie die Löcher in der Kokonwand, also durchschnittlich etwa 0,07 mm, aber schmäler als diese, fast strichförmig. Unsere Abbildung 2 zeigt, daß die Haut der Larve geradezu durchsiebt sein kann. 3 Larven wurden von einer Wespe innerhalb 24½ Stunden 146 Anstiche beigebracht (Temperatur 15—18°), dem am meisten mitgenommenen Opfer allein 126. In einer anderen Kultur wurde eine Larve von *Ap. glomeratus* von einem Weibchen in 24½ Stunden sogar 135 mal angestochen. Meist bleibt die Zahl der Wunden am Wirt ein wenig

hinter der der Löcher in seinem Kokon zurück. Diesen Eindruck hat man immer, wenn das Material schon einige Stunden nach dem Anstich untersucht wird. Die Stiche färben sich nämlich erst allmählich, d. h. dann aus, wenn durch geronnenes Blut ein Wundverschluß eingetreten ist. Auch nach längerem Warten beobachteten wir aber oft ein Überwiegen der Stichstellen im Kokon gegenüber den Stichflecken an der *Apanteles*-Larve. So entfielen beispielweise in einem Fall auf 31 Löcher im Kokon 28 Stichflecke, und in einem anderen auf 69 Löcher 66 Flecke. Umgekehrt können aber auch die Wunden zahlreicher sein als die Bohrlöcher in der Kokonwand. So öffneten wir einen Konkon mit 18 Stichlöchern, in dem die Larve von *Ap. glomeratus* 32 Stichnarben trug, und eine zweite, bei der das Verhältnis 19 : 72 lag. Das häufig dichte Beisammenliegen einer größeren Zahl von Stichflecken deutet wohl daraufhin, daß die Larve oft mehrfach kurz hintereinader verwundet wird, ohne daß die Wespe inzwischen den Stachel aus dem Kokon herausnimmt. Bei einer Larve von *Ap. glomeratus* waren von 40 Stichnarben die meisten so eng benachbart, daß kaum eine andere Deutung möglich war.

Blut lecken sieht man die Wespe selten. Zunächst entging uns diese Art von Carnivorie sogar ganz (BLUNCK 1951, S. 41), auch dann noch, als wir sie bei *Hemiteles simillimus sulcatus* schon wiederholt beobachtet hatten (BLUNCK 1951, S. 358—360). Es scheint, daß die Wespe zwar die *Apanteles*-Larven und die Puppen oft zum Zweck der Blutentnahme ansticht, dabei aber nur schwer und vielfach gar nicht zum Ziel kommt. Oft sahen wir die Tiere sich stundenlang an einem Kokon abmühen und dabei mit eingebohrtem Legestachel — im Extrem einmal 3¼ Stunden — in diesem verweilen, ohne daß sie zum Blutlecken kamen oder ein Ei absetzten. Eine Larve von *Ap. glomeratus,* die 50 Stichnarben trug, war noch ebenso turgeszent wie die gesunden. Wir gewannen schließlich den Eindruck, daß die Wespen meist an der Schwierigkeit, die Wirtslarve an die Kokonwand heranzuziehen und dadurch das Blut zum Ausfließen aus dem Gehäuse zu bringen, scheitern. Der Stachel ist zwar an der Spitze mit Widerhaken versehen, diese sind aber wohl zu klein, um sich genügend auswirken zu können. Die Nahrungsquelle beginnt für den Angreifer erst zu fließen, wenn die Wunde in der Beute in direkten Kontakt mit dem Loch im Kokon kommt. Dann tritt das Blut aus, und die Wespe kann trinken.

Während der Blutmahlzeit ihres Feindes verklebt die *Apanteles*-Larve an der Zapfstelle mit der Kokonwand, und der Halt durch geronnenes Blut kann dann so fest werden, daß man beim Präparieren Mühe hat, ihn wieder zu lösen, ohne daß es zu Deformationen kommt. Ähnliches beobachteten wir bei blutsaugenden *Hemiteles*-Arten (s. BLUNCK 1951, S. 359). Die Wespe besorgt das Blutzapfen mitunter so gründlich, daß die *Apanteles*-Larve einschrumpft, ja, in Extrem so stark zusammenschnurrt, daß sie für *Gelis*-Brut kein geignetes Substrat mehr abgibt. Auch die besogenen *Apanteles*-Larven werden an sich ohne Zögern mit Eiern belegt. Hat der Wirt nur wenig Blut verloren, so entwickelt sich der Parasit noch einigermaßen normal. Ist die *Apanteles*-Larve dagegen stärker geschröpft, so resultieren verzwergte Schmarotzer, und oft können diese dann die Metamorphose überhaupt nicht vollenden. Meist bringt es die Brut zwar noch bis zum Altlarvenstadium, bleibt aber dann auf diesem stehen, u. U. monatelang, bis das Tier zugrunde geht. In solchen Fällen führt der Blutdurst der Mutterwespe also zum Untergang ihrer Nachkommenschaft. Das gleiche kommt bei *Hemiteles*-Arten vor (BLUNCK 1951, S. 364).

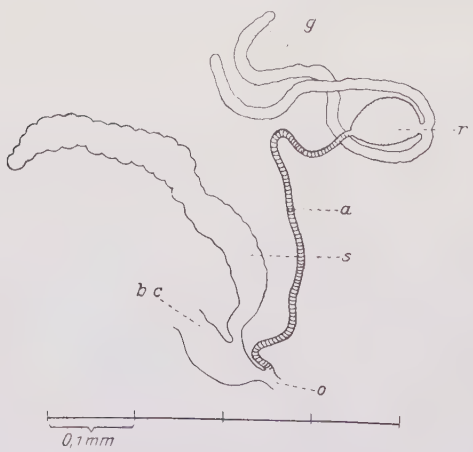


Abb. 3. Giftdrüse g mit Sammelbehälter r und Ausführgang a sowie Schmierdrüse s des ♀ von Gelis 71. — b. c. = Eingang zur bursa copulatrix, o = Übergang zum Legestachel

FAURE (1926, S. 159) meint, daß die Wespe das Beutetier beim Anstich lähmt. Wir wollen das nicht bezweifeln. Der Besitz einer in gleicher Weise wie bei den *Hemiteles*-Arten (BLUNCK 1951, S. 376) ausgebildeten Giftdrüse (Abb. 3) spricht im Gegenteil dafür, durch direkte

Beobachtung belegen konnten wir das aber ebensowenig wie bei *H. simillimus sulcatus* (Blunck 1951, S. 359). Immerhin sei hier registriert, daß die *Gelis*-Brut gefährdet wäre, wenn das Weibchen frisch gebildete *Apanteles*-Kokons belegen wollte, ohne die Abwehrmöglichkeiten der Insassen einzuschränken. Während ältere und vor allem überwinternde Larven von *A. glomeratus* in ihrem Kokon sehr lethargisch sind, bewegen sich frisch versponnene Larven stark. Solange sie noch des Spinnens fähig sind, können sie eingebrachte *Gelis*-Brut mit ihren Sekreten unschädlich machen. Das zuerst von ihnen ausgeschiedene Drüsenprodukt erstarrt allerdings schnell zur Fadenform, später produzierte, wohl zum Glätten der Innenwand des Gehäuses dienende Sekrete sind aber offenbar dünnflüssiger. Wir sahen nämlich, daß 1—2 Tage zuvor aus ihrem Wirt ausgewanderte Larven, wenn sie dann ihrem Kokon entnommen wurden, keine Fäden mehr spannen, sondern eine gelatinöse Flüssigkeit produzierten, mit der sie zuweilen selber mit ihrer Unterlage, also z. B. dem Boden der Petrischale, verklebten. Eier von *Gelis* 71. die in dieses Sekret gerieten, gingen zugrunde. Das gleiche beobachteten wir bei einer Junglarve. Gefahren solcher Art würde das legende Weibchen wohl dadurch ausschalten, daß es den Wirt durch Anstiche lähmt, bevor es sein Ei absetzt. Eine andere Frage ist es, ob die Larve diese überlebt. Bei stärkerer Anzapfung geht sie in jedem Fall zugrunde. Es wäre aber denkbar, daß das Tier mäßigen Blutverlust überlebt. Susanne Farwick (1947, S. 68) nimmt das auf Grund ihrer Studien mit Blut saugenden Chalcididen an. Man könnte denken, daß auch der Eingriff durch Ichneumoniden der *Apanteles*-Larve nicht viel schadet, wenn es sich nur um einen oder einzelne Anstiche handelt, und vor allem dann nicht, wenn mit diesen keine Blutentnahme verbunden war. Beobachtet haben wir aber selbst in solchen Fällen die Weiterentwicklung der Wirtstiere nie. Alle Larven mit Stichflecken gingen in unseren Kulturen früher oder später ein, und zwar meist nach sehr kurzer Zeit, in der Regel innerhalb 24 Stunden. Auch davon machten nur 5 unter mehreren 100 Versuchstieren eine Ausnahme. Sie trugen 2, 2, 5, 6 und 12 Stichflecke. 3 Larven waren schon am Tage nach dem Anstich so schwach, daß sie sehr bald eingegangen sein müssen. Die vierte lebte dagegen erstaunlich lange. Sie war 1 Tag mit 1 Weibchen von *Gelis* 71 zusammen, das ihr dabei 12 Anstiche versetzt hatte. Trotzdem antwortete sie dann noch 58 Tage auf Berührungsreize. Zur Verwandlung kam allerdings auch dieses Tier nicht. Es ging schließlich unter Vertrocknen ein (Temp. 14—17.2—23°). Ob es schon bei den Anstichen Blut verloren hatte, wissen wir nicht.

Nicht ganz klar wurde, ob die Wespen befähigt sind, angestochene Wirte von solchen, die noch intakt sind, zu unterscheiden. Ihre Reaktion auf das Einbringen frischen Materials spricht dafür. Auffällig oft wurden die neuen Kokons auch dann innerhalb weniger Minuten angenommen, wenn die Wespen kurz vorher an älteren vorbeigelaufen waren, ohne von diesen Notiz zu nehmen. Andererseits wurde oft bei Versorgung mit mehreren Kokons einer unter diesen wiederholt angestochen, während andere mehr oder weniger verschont blieben. Zu denken gibt auch, daß in entsprechender Weise ein Kokon mit mehreren Eiern beschickt sein konnte, während andere, ebenso bequem liegende, frei blieben. Noch bedenklicher muß stimmen, daß die ♀♀ auch bei guter Brutgelegenheit zuweilen, wenn auch selten, ungeeignete Kokons anstachen, z. B. solche mit eingetrockneten oder gar verpilzten Larven, Puppen und Vollkerfen von *Ap. glomeratus*. Eher sind Angriffe auf Kokons verständlich, die zwar keine *Apanteles*-Larven, aber Parasitenbrut, z. B. Chalcididen, enthalten. Letztere wurde in der Tat auch angestochen und besogen. Wir beobachteten z. B. wiederholt bei Larven von *Tetrastichus rapo* Walk. unverkennbare Stichflecke. Ihre Zahl war meist gering, betrug aber in einem Fall um 30. Aus den Wunden war dann oft Blut ausgetreten und zu kleinen, braunen, harzartigen Tropfen eingedickt. In einem Fall waren die Larven von *T. rapo* infolge stärkerer Schröpfung sogar weitgehend eingetrocknet. Anders zu beurteilen ist das Verhalten der Wespen, wenn sie derartige Kokons nicht nur anstechen, sondern auch mit Eiern beschicken. Auf solche Fälle unverkennbarer Instinktirrung ist auf S. 239 eingegangen.

Die Verdauungsprozesse wurden von uns nicht untersucht.

Der Darmtraktus von *Gelis* 71 bietet gegenüber den Verhältnissen bei *H. simillimus sulcatus* (Blunck 1951, S. 366 ff.) keine Besonderheiten. Hier wie dort ist die Wandung des Chylusmagens gelb. Die in der 6-Zahl auftretenden, farblosen Rektalpapillen sind dicht von Tracheen umsponnen, ein Umstand, der bei Studien zur Ermittlung ihrer immer noch unbekannten Funktion Beachtung verdient. Vielleicht spielen sich in den Papillen Oxydationsprozesse ab. Der Darm war bei den zur Sektion gekommenen Wespen von einer Ausnahme abgesehen fast leer. Letztere betraf ein im Alter von 9 Tagen eingegangenes Weibchen, bei dem der Hinterdarm viel fast farblose Flüssigkeit enthielt, und besonders die Rektalampulle von dieser stark aufgebläht war.

Die jungen Wespen sind ziemlich fett, d. h. das Corpus adiposum ist reichlich entwickelt, besonders das parietale Blatt, das in Form eines flächenförmig ausgebreiteten Lagers großer, mit einander ein weitmaschiges Netz bildender Zellen auftritt. In dieser zunächst in großer Fülle anzutreffende, farblose Fetttröpfchen pflegen allmählich an Zahl und wohl auch an Größe abzunehmen, um schließlich ganz zu verschwinden.

Noch viel schneller erleiden die bei den Larven und Puppen so stark ausgebildeten Uratzellen (s. S. 243 u. 247) das gleiche Schicksal. Bei frisch geschlüpften ♀♀ zählten wir 1—2 Dutzend. Diese Elemente sind kreideweiß und so groß, daß sie schon dem bloßen Auge auffallen. Jeder sind kappenförmig einige kleinere Zellen von ähnlicher Struktur wie die gewöhnlichen Fettzellen aufgesetzt. Die Verhältnisse liegen also auch hier wieder ebenso wie bei den *Hemiteles*-Arten (BLUNCK 1951, S. 369—371). Die Uratzellen flottieren anscheinend fast frei in der Leibeshöhle. Sobald die Imago den Kokon verlassen hat, schwinden sie schnell dahin. Schon zwei Tage später konnten wir sie zuweilen nicht mehr nachweisen, am längsten bei einem 9 Tage alt gewordenen Weibchen, das dann noch eine, aber auch nur eine solche Riesenzelle enthielt. Offenbar führen die merkwürdigen Gebilde Sekrete, die schnell verbraucht oder ausgeschieden werden. Die zytologische Struktur der Zelleinschlüsse deutet auf Stoffwechselprodukte, die während der Metamorphose abgelagert werden, und die das Tier bei erster Gelegenheit ausstößt. Meist werden die Uratzellen auch in diesem Sinne gedeutet („Speicherniere", s. WEBER 1933, S. 470). Sie scheinen sich von gewöhnlichen Fettzellen herzuleiten (BLUNCK 1951, S. 370) und mögen z. T. auch noch deren Funktion teilen.

Der Kot ist bei *Gelis* 71 flüssig. Er wird tröpfchenweise abgegeben und trocknet ein, ohne merkliche Spuren zu hinterlassen. Bei frisch geschlüpften Wespen sind die Fäces allerdings auffälliger. Bald, spätestens aber innerhalb der ersten 24 Stunden nach Verlassen des Puppengehäuses, spritzen die Tiere nämlich in kürzeren oder längeren Abständen 1—4 Tropfen eines kreideweißen Breis aus. Diesen kann ein orangerotes Tröpfchen folgen oder ihnen vorausgehen. Bei dem weißen Kot scheint es sich um Exkremente der im Leben in wurmförmiger Bewegung befindlichen Malpighischen Gefäße zu handeln. Sie werden dort während der Metamorphose gestapelt und gelangen dabei auch z. T. in den Mitteldarm, wo sie sich dann leicht nachweisen lassen.

III. Geschlechtsleben

a) Zahlenverhältnis der Geschlechter

Aus im Freiland bestifteten Kokonmaterial von *Ap. glomeratus* haben wir etwa 55 Männchen und 246 Weibchen (s. Tab. 1) von *Gelis* 71 erbrütet. Daraus wäre auf erhebliches Überwiegen der Weibchen zu schließen. Der Befund kam überraschend. Angesichts der Arrhenotokie der Spezies hätten wir das umgekehrte Verhältnis erwartet. Es kommt aber hinzu, daß unsere eingezwingerten Weibchen selbst dann, wenn an sich Gelegenheit zur Copula gegeben war, weit mehr Männchen als Weibchen produzierten. So lieferte das fruchtbarste, schon an den ersten Lebenstagen begattete und auch später fast immer mit Männchen vergesellschaftete Weibchen (50/861), dessen Legetätigkeit aus Abb. 4 hervorgeht, 56 Männchen und 15 Weibchen. Andere erzeugten unter den gleichen Umständen sogar ausschließlich Männchen. Ob sie wirklich fruchtbar begattet wurden, wissen wir allerdings nicht. Und es ist denkbar, daß das erstgenannte Weibchen den bei der ersten Copula empfangenen Spermavorrat nach einiger Zeit verbraucht hatte, dann aber kein Männchen mehr zugelassen hat. Das Tier schlüpfte nämlich am 5. 12. 50, und die 15 Weibchen gingen aus Eiern hervor, welche zwischen dem 11. 12. 50 und dem 23. 2. 51 gelegt waren. In der gleichen Zeit lieferte es 20 Männchen. Später — es starb am 26. 4. 51 — gingen aus seinen Eiern nur Männchen hervor. Demnach ist fruchtbare Copula in Gefangenschaft relativ selten. Nur 1 Weibchen (51/568) lieferte nur Weibchen. Es schlüpfte am 14. 6., wurde dauernd mit Männchen vergesellschaftet gehalten, entkam am 6. 7. und legte inzwischen 17 Eier, aus denen 6 Weibchen hervorgingen. Die restliche Brut starb.

b) Begattung

Der männliche Apparat bietet gegenüber dem der *Hemiteles*-Arten kaum Besonderheiten. Es gelang uns z. B. nicht, irgendwelche Unterschiede gegenüber *Hemiteles fulvipes* Grav. oder *H. simillimus sulcatus* (Blunck 1951, S. 372—373) festzustellen. Auch bei *Gelis* 71 sind die beiden Hoden also zu einem einheitlichen Komplex vereinigt, der von einem dicken, gelben, auch den aufgeknäuelten Anfangsteil der Vasa deferentia noch mit umschließenden Scrotum zusammengehalten wird. Die Kittdrüsen sind ebenso stark wie dort entwickelt, und auch die äußeren Organe, also der Penis und die Parameren, sind nicht sichtlich abweichend gestaltet.

Die Männchen streifen in unreifem Zustand die Puppenhülle ab, die Spermatogenese hat dann jedoch schon eingesetzt. Sie führt bei kühlem Wetter (17°) in der ersten Woche noch kaum zu reifem Sperma, wohl aber zu den eigentümlichen, zigarrenbündelartigen Paketen der Spermatiden. Wenn die Tiere den Wirtskokon verlassen haben, trifft man aber in den Vasa deferentia bald auf sich lebhaft bewegende Spermatozoen. Ein Männchen versuchte schon spätestens 27 Stunden nach dem Auswandern aus dem *Apanteles*-Gehäuse, ein Weibchen zu greifen, allerdings vergeblich.

Fruchtbare Copula beobachteten wir nur selten, höchstens 10mal. Es kam wohl oft zu Ansätzen zum Begattungsakt, die Weibchen schlugen die Männchen aber fast immer sogleich wieder ab, sobald diese sich auf ihrem Rücken zu verankern suchten. Beim Angriff verhalten sich die Männchen kaum anders als die *Hemiteles*-Arten (Blunck 1951, S. 378 bis 383). Sie sind wohl meist zur Copula geneigt, erkennen die Weibchen aber erst aus unmittelbarer Nähe und überfallen sie dann plötzlich. Unserer Beobachtung nach haben sie oft Mühe, mit ihren Organen den Zugang zur weiblichen Genitalöffnung zu finden. Sie scheitern dabei weit häufiger, als daß es ihnen gelingt. Meist entlaufen die Weibchen schnell, nachdem sie sich befreit haben. Ein Weibchen, das mit eingebohrtem Legestachel auf einem *Apanteles*-Kokon saß, ließ sich aber in seinem Geschäft nicht stören. Das Männchen kam trotzdem nicht zum Ziel, obgleich es seine Attacken mehrfach wiederholte.

Ein sowie zwei oder drei andere, also wohl typisch verlaufener Akt kam am 19. 6. 51 zur Beobachtung. Damals wurden zu einem am Tage zuvor geschlüpften, in der Petrischale verbliebenen Weibchen zwei 3 Tage alte, besonders große Männchen gebracht (Temp. ca. 19°). Beide gerieten alsbald in Erregung, und schon nach einer Minute ergriff eins von ihnen das Weibchen. Dieses blieb aber in Bewegung, und obgleich der Angreifer sich auf ihm lange halten konnte und ständig mit den Begattungsorganen nach festem Kontakt suchte, gelang ihm die Spermaübertragung wohl nicht. Interessant war das sonstige Verhalten des Tieres. Es pendelte zunächst mit dem Abdomen auf und ab, hob dieses dann steiler an und versetzte seinen Körper in starkes Vibrieren. Es gelangte also in den gleichen Zustand wie die *Hemiteles*-Männchen beim Liebesspiel. Es bestand jedoch ein wesentlicher Unterschied. Bei *Hemiteles* überträgt sich das Zittern des Rumpfes auf die Flügel, und es kommt dann zu einem hörbaren Summton (Martelli 1907, S. 170—224). Es ist denkbar, daß das Zirpgeräusch der angestrebte Effekt der Bewegung ist. Dieser entfällt aber bei *Gelis* infolge des Verlusts der Flügel. Das ihn auslösende Zittern des Körpers ist dagegen erhalten geblieben. Falls letzteres nicht auch noch andere Wirkungen zeitigt, könnte man hier also von einem rudimentären Vorgang sprechen. Der Kopulaversuch dieses Männchens endete, wie gesagt, wohl fruchtlos. Das Paar trennte sich nach 1½ Minuten. Schon 1—2 Sekunden später vereinigte sich dann aber das andere Männchen mit dem Weibchen. Im Gegensatz zu dem ersten Freier fand es sofort mit dem etwas von der Seite und von unten zugreifenden Apparat feste Verbindung mit den weiblichen Organen. Es verklammerte sich so fest mit den Parameren, daß es die beiden vorderen Beinpaare vom Weibchen lösen und sich auf den Hinterbeinen hoch aufrichten konnte, ohne herabzufallen. Es hockte dann in ähnlicher Haltung senkrecht über dem bzw. am Hinterleibsende des

Weibchens, wie HASE es für die von ihm beobachtete Chalcidide *Lariophagus distinguendus* (Först.) Kurdy (1919 S. 412—415) beschrieben und abgebildet hat. Die zunächst noch lebhaft spielenden, nach vorn gestreckten Fühler kamen dann zur Ruhe, und das Tier verfiel in einen Starrezustand, in dem es mehrere Sekunden verharrte. Auch das Weibchen saß während dieser Zeit regungslos mit horizontal vorwärtsgehaltenen Fühlern. Nach knapp einer halben Minute löste das Männchen die Vereinigung und entlief. Auch das Weibchen kam dann wieder in Bewegung.

Wenngleich wir die Kopula nur so selten vollständig beobachten konnten, ist doch zu vermuten, daß die Weibchen normalerweise im Laufe ihres Lebens mehrmals begattet werden. Es wäre sonst schwer verständlich, daß sie auch dann, wenn sie schon längere Zeit mit Männchen zusammen gelebt haben, auf diese noch starken Reiz ausüben. Das geht aber aus dem Verhalten der letzteren unzweideutig hervor. Das älteste Männchen, das wir die Kopula versuchen sahen, war vor mindestens 55 Tagen dem Wirtskokon entstiegen. Es blieb mit dem Weibchen 25 Sekunden fest vereinigt, wobei beide die längste Zeit regungslos in der oben beschriebenen Stellung verharrten. Dann trennte es sich, besprang aber wenige Minuten später das Weibchen noch zweimal, um allerdings jedesmal schnell wieder abgeschüttelt zu werden. Wahrscheinlich bleiben die Tiere also zeitlebens potent.

Bei der Nachbarart *G. instabilis* sollen die Weibchen nach MARTELLI (1907, zit. n. FAURE 1926, S. 158) allerdings nur einmal begattet werden, und beobachtet haben auch wir mehrfache echte Kopula, wie aus dem Gesagten hervorgeht, bei unseren Weibchen von *Gelis* 71[1]) nicht. Damit erklärt sich wohl auch, daß die Tiere zwar zeitlebens- d. h. monatelang Eier legten, aber nur im Anfang auch weibliche, später dagegen mit einer Ausnahme nur noch männliche Nachkommen produzierten. Letztere betrifft ein am 18. 12. 50 dem Puppenkokon entschlüpftes Weibchen, das bis zum 12. 2. 51 isoliert, in der Folge aber mit Männchen vergesellschaftet war und am 16. 6. 51 starb. Es produzierte 5 Monate hindurch nur Männchen liefernde Eier, dann am 9. 5., 18. 5. und 26. 5. je ein weibliches Ei, aus denen am 9. 6., 14. 6. und 18. 6. die Imagines hervorgingen, im übrigen aber wieder

[1]) Ein während der Drucklegung, nämlich am 25. 9. 51, zur Beobachtung gekommener Ausnahmefall trug den Stempel des Abnormen, verdient aber besonderes Interesse. Damals wurde ein um den 25. 8. geschlüpftes, bis zum 25. 9. mit einem dann gestorbenen Männchen zusammengehaltenes Weibchen in einen Zuchtzylinder zu 3 am 10. 9. geschlüpften und ständig isoliert gehaltenen Männchen gebracht. Innerhalb längstens 5—10 Minuten (Zimmertemperatur) wurde es dort sodann fünfmal begattet. 2 Männchen dürften dabei 2mal oder gar 1 Männchen 3mal die Copula vollzogen haben. Jedesmal verlief der Akt insofern normal, als der Angreifer sich dabei auf dem Weibchen fest in der üblichen Stellung verankerte, dann in Starre verfiel und die Verbindung erst nach ¼—½ Minute wieder löste. Das Weibchen überlebte diese Häufung der Verbindungen nicht. Es war schon nach dem ersten Akt stark erschöpft und regte sich nach dem zweiten kaum noch. Von der dritten Copula ab lag es zeitweilig auf der Seite oder auf dem Rücken und kam auch in der Folge nicht wieder auf die Beine. Es hatte aber auch schon auf den ersten Angriff nicht mit Fluchtversuchen reagiert, verhielt sich also pathologisch und litt vielleicht unter einer nichtparasitären aber im übrigen nicht geklärten Krankheit, der am gleichen Tag sein erstes Männchen erlegen war. Als es am Abend des gleichen Tages zur Präparation kam, war das Leben bei den inneren Organen noch nicht ganz erloschen. Die Eiröhren führten nämlich in ihren Peritonealhüllen noch schwache Bewegungen aus. Der Sektionsbefund war beachtlich. Die Bursa copulatrix barg nämlich 5 weißliche, genähert kugelige bis birnenförmige, gummiartig zähe Klümpchen von 50—80 μ Durchmesser. Mindestens zweien von diesen hing außen ein Flöckchen sich lebhaft bewegender

nur Männchen, und zwar insgesamt in der parthenogenetischen Periode 9 und nach dem Hinzubringen des anderen Geschlechts außer den 3 Weibchen 101 Männchen (betr. Arrhenotokie s. a. Seite 232, 234, 236 u. 241). Das Ausbleiben weiblicher Nachkommenschaft bei anderen Zuchttieren war um so auffälliger, als wir die zugeteilten Männchen wiederholt wechselten und zeitweilig bis zu 10 frisch geschlüpfte oder ältere Partner, darunter solche von besonderer Größe und Aktivität den Weibchen beigaben. Dem Muttertier, das 3 Weibchen lieferte, waren am 3. 5. nach Absterben der übrigen Partner erneut 6 junge Männchen beigesellt worden. Von diesen hatte eins am 3. 5. das Weibchen zu begatten versucht, war mit ihm zwar nur wenige Sekunden vereinigt gewesen, scheint dabei aber doch zur Spermaübertragung gekommen zu sein. Die Ursache des Versagens der Männchen in anderen Fällen ist uns rätselhaft geblieben. Schwerlich hatte die einseitige Produktion männlicher Nachkommen in ungenügender Ernährung der Brut ihre Ursache. Bei anderen Ichneumoniden soll das zu erheblichen Verschiebungen im Geschlechterverhältnis führen können. Kleine Wirtstiere liefern dann überwiegend Männchen, große Weibchen (Chewyreuw 1913 S. 695—699, Clausen 1940 S. 83). Bei *Gelis* 71 sind uns Beziehungen solcher Art nicht aufgefallen. Selbst dann, wenn wir ihren Larven nach dem Verzehr der ersten eine zweite *Apanteles*-Larve gereicht hatten (s. S. 241), resultierten fast nur Männchen.

c) Eiablage

Für die Geschlechtsorgane des Weibchens gilt beim Vergleich mit *Hemiteles* das gleiche wie beim Männchen mit dem einen Unterschied, daß hier im Gegensatz zu den Verhältnissen bei letzterer Gattung (Blunck 1951, S. 374—378) nur jederseits 3 Ovariolen entwickelt sind. Bei den Ovidukten, der Bursa copulatrix, dem Receptaculum seminis, der Gift- und der Schmierdrüse (Abb. 2) sowie bei den äußeren Organen haben wir keinerlei spezifische Charaktere bemerkt. Aufgefallen ist uns allerdings die starke Muskulatur der Bursa. Sie dürfte bei der Eiablage in Aktion treten und den Keim in den Stachel pressen. Letzterer trägt ebenso wie bei *H. fulvipes* und *H. simillimus sulcatus* kurz hinter der Spitze unterseits ein paar winzige Widerhaken, deren Funktion bei Besprechung der Blutmahl-

Spermatozoen an. Eins war in gleicher Weise der Mündung des Receptaculum seminis vorgelagert, wie wir das kürzlich (1951, S. 376, Abb. 12 u. S. 382) für *Hemiteles simillimus sulcatus* beschrieben haben. Damals meinten wir, daß der Pfropf nicht vom Männchen stammen könne, nach Vorstehendem kommt anderes aber wohl kaum noch in Frage. Es scheint vielmehr, daß das Weibchen tatsächlich 5mal unter normaler Übertragung von Genitalprodukten begattet wurde, und es ist so gut wie sicher, daß die in der Bursa copulatrix vorgefundenen Kittpfröpfe aus den Ectadenien der Männchen stammen, die bei Ichn. 71 ebenso wie bei *H. simillimus sulcatus* ausgebildet und für diesen von uns beschrieben und abgebildet sind (1951, Abb. 7, S. 372). Der Vorgang dürfte sich so abspielen, daß zunächst das Sperma den männlichen Apparat verläßt und dabei in den Eingang der Vagina gelangt, von wo es dann durch den nachdrängenden, wohl schon vorher mit ihm in Verbindung tretenden Kittpfropf in die Bursa geschoben wird, vielleicht unter Mitwirkung von Pumpbewegungen dieses Organs. Zu einer Umhüllung des Sperma durch die Kittsubstanz, also zur Bildung einer Spermatophore im engeren Sinne des Worts kommt es also nicht, wohl aber zu einer Art inneren Begattungszeichens, denn die weißen Kittklümpchen sind in der durchsichtigen Bursa ebenso wie bei *H. simillimus sulcatus* (1951, S. 382) durch die Intersegmentalhaut zwischen Legescheide und Sternum auch beim lebenden Tier sichtbar. Nur angedeutet sei, daß die hier mitgeteilten Beobachtungen wohl auch die alte Kontroverse lösen helfen, ob die Begattung bei der Honigbiene sich mit oder ohne Spermatophorenbildung vollzieht.

zeiten des Weibchens auf S. 230 diskutiert wurde. Im Receptaculum seminis fanden wir nie Sperma. Auch hier gibt der Mechanismus der Befruchtung also noch Rätsel auf.

Wenn das Weibchen die Puppenhaut abstreift, ist es noch durchaus infantil, auch beim Verlassen des Wirtskokons aber noch keineswegs legereif. Die Dotterbildung kann zuweilen selbst 9 Tage später noch nicht eingesetzt haben. Immerhin war dann schon immer in jeder Röhre ein Ei mit dem zugeordneten Nährfach abgegliedert. Andererseits legte ein Weibchen spätestens 9 und vielleicht schon 6 Tage nach dem Auswandern aus dem Gehäuse das erste Ei, um dann mit der Legetätigkeit Tag für Tag monatelang fortzufahren (s. Abb. 4). Das Tier war zeitig begattet. Ein anderes Weibchen begann sogar schon 4 Tage nach dem Abstreifen der Puppenhaut und 3 Tage nach Verlassen des Kokons zu legen.

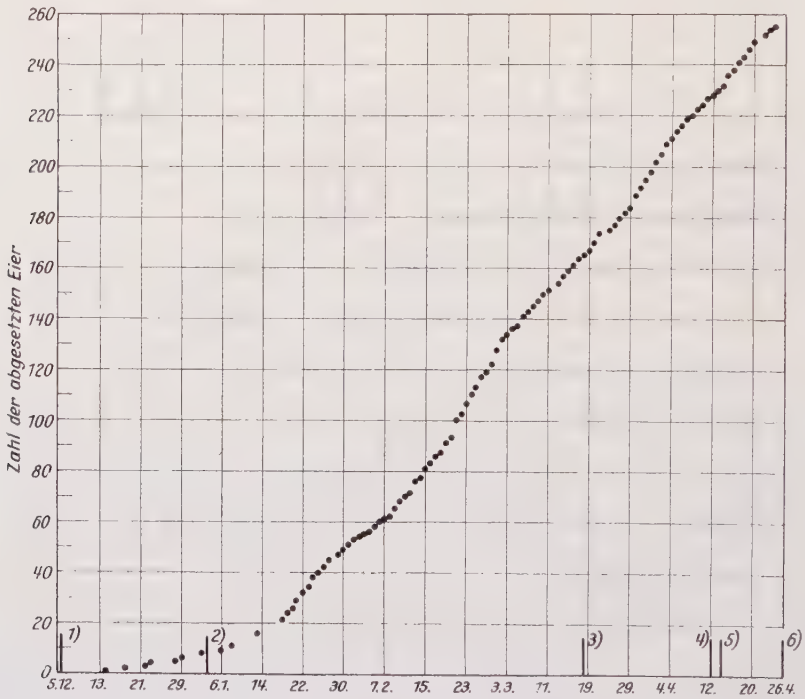


Abb. 4. Legetätigkeit des ♀ 50/861 von Gelis 71. 1) Schlüpftag des ♀. Von 1)—2), 3)—4) u. 5)—6) ♀ mit ♂ vergesellschaftet, von 2)—3) u. 4)—5) ♀ isoliert gehalten; 6) Todestag des ♀. Die Zahl der abgesetzten Eier wurde ab 18. 1. täglich, bis dahin in Abständen von einigen Tagen ermittelt

Jungfräuliche ♀♀ lassen sich länger Zeit. Eins legte 14 Tage nach dem Auswandern aus einem Kokon von *Microplitis mediana* (Ruthe) Reinh. zum erstenmal. Das war noch relativ früh. Im allgemeinen dürfte die Praeovipositionsperiode bei Zimmertemperatur mit höchstens einer Woche anzusetzen sein. FAURE (1926, S. 158) beobachtete bei seinen *Gelis*-Arten die ersten Eier allerdings erst 3—4 Wochen nach dem Schlupf der Weibchen, hatte aber überhaupt Mühe, sie zur Fortpflanzung zu bringen. Während dreier Jahre blieben seine Versuche in dieser Richtung vergeblich, und auch dann legten die Weibchen nur sehr unregelmäßig. Es handelte

sich dabei um *P. instabilis* Först. MARTELLI (1907, S. 219) hatte bei dieser Art keine Schwierigkeiten, und uns ging es ebenso. Mit *P. nigritus* Först. haben PAILLOT, FERRIERE und FAURE (1924, S. 78—79) experimentiert, allerdings vergeblich. Im November geschlüpfte Weibchen waren nicht zur Eiablage zu bringen. Bei unserer *Gelis* 71 hatten wir es dagegen leicht, die Fortpflanzung auszulösen. Die Weibchen brauchten dazu nur in hinreichend geräumigen, einige Verstecke bietenden Behältnissen untergebracht und gut gefüttert werden (s. S. 226 u. 228). Wir stießen allerdings auch auf Individuen, die nicht brüten wollten. Solche Stücke lebten wohl monatelang, hielten sich also an sich gut, setzten aber keine Gelege ab und machten auch von der immer gegebenen Möglichkeit zu Blutmahlzeiten nur relativ selten Gebrauch. Es handelte sich dabei zur Hauptsache um jungfräuliche Weibchen, aber in einigen Fällen haben auch solche Individuen versagt, die mit Männchen vergesellschaftet waren (s. S. 240). Sie setzten überhaupt keine Eier ab, während bei den übrigen der Legetrieb durch die Gegenwart von Männchen auch in solchen Fällen angeregt zu werden schien, in denen in der Folge nur Männchen produziert wurden, also vielleicht gar keine reguläre Copula zustande gekommen war (s. S. 240).

Normalerweise setzt die Legetätigkeit im Frühling wohl gegen Ende der ersten Dekade nach dem Schlüpfen der Weibchen aus dem Wirtskokon ein, im Sommer schon eher. Im Freiland beobachteten wir 1943 bei Hachenburg im Westerwald am 13. 4. ein Weibchen von *G. instabilis* und ein solches, das wahrscheinlich als *G. corruptor* Först. anzusprechen war, beim Betasten von *Apanteles*-Kokons und letzteres auch beim Anstrich. Hachenburg liegt 390 ü. M. Es ist anzunehmen, daß die Tiere in den ersten Tagen des Monats das Puppengehäuse verlassen hatten. Für *Gelis* 71 dürfte Entsprechendes gelten.

Der Legeakt selbst verläuft nicht anders als bei den *Hemiteles*-Arten. Er wurde von uns für *H. simillimus sulcatus* so eingehend beschrieben (1951, S. 383—399), daß wir uns hier auf einige Ergänzungen beschränken können.

Auf die auffällige Erscheinung, daß die Weibchen oft sehr lange, nämlich 1, 2 und mehr Stunden mit eingebohrtem Stachel auf dem Kokon des Wirts verharren, wurde schon bei Erörterung der Blutmahlzeiten hingewiesen (s. S. 230). Kaum, daß dann mit der Lupe von Zeit zu Zeit ein leichtes Anheben und Wiedereinsenken des Bohrers zu bemerken war. Nie sahen wir ein Ei den Stachel passieren. Es ist schwerlich anzunehmen, daß das Weibchen soviel Zeit zum Herauspressen eines Eis benötigt. Auch bis zur Lähmung des Wirts, von der FAURE (1926, S. 159), wie schon erwähnt, sprach, würde das Tier wohl kaum so lange warten müssen. Eher möchten wir daher glauben, daß sich hinter der scheinbaren Ruhe mühselige Anstrengungen verbergen, die Wirtslarve mit dem Stachel an die Kokonwand heranzuziehen, um dem Angreifer zu einer Blutmahlzeit zu verhelfen (s. S. 230). Keinesfalls braucht das Weibchen die Zeit etwa dafür, sein Gelege in besonderer Weise auf dem Wirt zu plazieren oder gar dort zu befestigen. Wie gesagt, wird das Ei vielmehr immer formlos mal hier, mal dort zwischen Kokonwand und Wirtstier abgesetzt. Es liegt dann letzterem lose auf, wird also nicht etwa mit ihm verklebt. Zuweilen hatten wir zwar den Eindruck, daß bei der Ablage etwas Kittsubstanz mitgegeben wurde, es handelte sich aber dabei offenbar um Reste von

Follikelepithel, die nur zufällig am Ei haften geblieben waren. Klebkraft entwickelte die Substanz nicht. Wenn man einen Pol eines *Apanteles*-Kokons abschneidet und dann den Wirt herauszieht, bleiben die *Gelis*-Eier allerdings meist an ihm haften und nicht etwa im Kokon zurück. Diese Erscheinung beruht aber auf der Oberflächenstruktur der Wirtskutikula. Sie ist rauher als die Innenfläche des Kokons.

Frei liegende *Apanteles*-Larven üben auf *Gelis* 71 augenscheinlich ebensowenig einen Reiz aus wie auf *H. simillimus sulcatus* (BLUNCK 1951, S. 391—392). Die Beute muß in einer Hülle liegen. Notfalls scheint ein künstlicher Kokon den natürlichen ersetzen zu können. Bei *Gelis* 71 gelang es uns allerdings bislang nicht, die Wespen zum Anstich zu verleiten, wenn wir ihr die Beute in einer aus Papier gefertigten Hülle anstatt im *Apanteles*-Kokon anboten. FAURE (1926, S. 81) konnte aber bei *Pimpla instigator* F. unter ähnlichen Umständen die Belegung erreichen (s. BLUNCK 1951, S. 391—392).

Die größte Anziehungskraft üben auf die Weibchen unbeschädigte Kokons mit lebenden Braconidenlarven aus, nächstdem solche mit lebenden Puppen. Ob die Wirte vorher zur Blutentnahme angestochen oder unbeschädigt sind und leben, spielt keine Rolle (s. u.). Überraschend schnell fanden sich die Wespen ein, sobald wir die am Vortage eingebrachten, inzwischen besogenen oder belegten *Apanteles*-Kokons gegen frische auswechselten. Das war auch dann der Fall, wenn die Tiere noch kurz vorher an dem alten Brutmaterial, ohne Notiz zu nehmen, vorbeigelaufen waren (s. a. S. 231). Ein gewisses Unterscheidungsvermögen kommt den Weibchen also zweifellos zu. In scheinbarem Widerspruch zu dieser Annahme steht, daß oft ein und derselbe Kokon mit mehreren Eiern beschickt wurde. Je Legeakt wird allerdings immer nur ein Ei abgesetzt und der Kokon dann wohl zunächst verlassen. Die Wespe kann aber später zurückkehren und den Wirt nochmals bestiften, wobei schon vorhandene Eier offenbar oft beschädigt werden. Wir registrierten bei einem Weibchen, dem täglich auf 24 Stunden 2—3 Kokons von *Ap. glomeratus* vorgesetzt wurden, 48 mal 1, 37 mal 2, 14 mal 3 und 3 mal 4 Eier je Kokon. Gar nicht selten war also ein Kokon mehrmals und bis viermal belegt, während ein oder mehrere danebenliegende, ebenfalls lebende Larven von *Ap. glomeratus* beherbergende Stücke unbestiftet geblieben waren. Ein Weibchen, das einen Tag keine Brutgelegenheit gehabt hatte, besetzte zwei ihm gereichte Kokons sogar mit 4 bzw. 6 Eiern. Jeder Kokon wird ebenso wie vor den Blutmahlzeiten (s. S. 228) zunächst immer sehr sorgfältig abgetastet, Aufschluß über Belegung oder Nichtbelegung scheint das Tier dadurch aber nicht gewinnen zu können. Es macht auch keinen Unterschied zwischen besogener und nichtbesogener *Apanteles*-Brut. Oft wurden Kokons belegt, in denen die Wirtslarve durch voraufgehende Blutmahlzeiten des Weibchens schwer mitgenommen, d. h. geschrumpft und so stark geschädigt war, daß sie nicht mehr zur Aufzucht von *Gelis*-Brut geeignet war. In solchen Fällen kommt deren Larve zwar zum Schlüpfen und erreicht u. U. sogar noch das Larvenstadium, bleibt aber verzwergt und gelangt, wie an anderer Stelle (s. S. 230) ausgeführt wurde, nicht zur Verwandlung. Infolge Blutzapfung ganz eingetrocknete *Apanteles*-Larven wurden dagegen nie belegt. Das gleiche gilt für solche Kokons, in denen die Brut des Braconiden aus anderen Gründen abgestorben und in Ver-

wesung übergegangen oder gar schon mit Pilzmyzel bedeckt war. Meist stechen die Weibchen solche Kokons nicht einmal an (s. S. 231). Sie müssen also befähigt sein, das Ungeeignete des Objekts schon beim Betasten mit den Fühlern zu erkennen und brauchen dazu nicht erst den an sich auch mit Organen des chemischen Sinns ausgestatteten Legesäbel einzusetzen.

Ihr Differenzierungsvermögen reicht aber nicht aus, auch solche Kokons richtig einzuschätzen, in denen schon andere Parasiten beim Verzehr der Insassen, also der *Apanteles*-Larven sind, oder gar schon zur Verpuppung rüsten. In 9 Fällen stießen wir nämlich auf Gehäuse von *Ap. glomeratus* mit reifen Larven von *Tetrasichus rapo* Walk., auf denen ein Ei von *Gelis* 71 lag. Zuweilen waren die so beschickten Chalcididen-Larven vorher von dem später legenden Weibchen besogen (näheres s. S. 231). Ein Weibchen brachte in einem Kokon mit 6 Larven von *T. rapo* 3 Eier unter, abgleich ein noch unbestifteter Kokon mit einer gesunden Larve von *Ap. glomeratus* unmittelbar daneben lag. In solchen Fällen liegen offenbar Instinktirrungen vor. Die *Gelis*-Brut ist nämlich nicht imstande, sich auf Kosten der Chalcididen zu entwickeln. Die Larven kommen jedoch zum Schlüpfen und machen zuweilen sogar den Versuch, die falschen Wirte anzugreifen (näheres s. S. 252). Ob es sich hier um Verirrungen handelt, die durch das Leben in Gefangenschaft ausgelöst sind, oder ob Gleiches auch im Freiland vorkommt, muß dahingestellt bleiben.

Starke, rüstige Weibchen legen während der ganzen oder fast während der ganzen Lebenszeit. Sie ruhen dabei sogar in den Nachtstunden nicht. Wir geben ein Beispiel. Ein mehrere Monate hindurch täglich Eier produzierendes Weibchen legte bei 15—17½—23°

am	21.	März	zwischen	7.00—19.00	4 (?5)	Eier
„	21./22.	„	„	19.00— 7.00	1	„
„	22.	„	„	7.00—19.00	1	„
„	22./23.	„	„	19.00— 7.00	2	„
„	23.	„	„	7.00—19.00	3	„
„	23./24.	„	„	19.00— 7.00	2	„
„	24.	„	„	7.00—20.30	1	„
„	24./25.	„	„	20.30— 7.00	3	„

Der Brutraum war von 19.00—7.00 gut verdunkelt gehalten worden. Die Legetätigkeit war somit in den Nachtstunden ebenso rege wie am Tage.

Obige Daten geben zugleich einen Anhalt für die Zahl der durchschnittlich in 24 Stunden zur Ablage kommenden Eier. Sie liegt mit 4—5 Eiern allerdings etwas über der Norm. Im allgemeinen bringen es die Tiere bei Zimmertemperatur nur auf 2—3 Eier. Diese Rate wird bei ausreichender Brutmöglichkeit aber unentwegt wochen- und monatelang beibehalten. Die Kurve in Abb. 4 gibt davon ein Bild. Selten setzte ein Tier 5 oder 6 Eier innerhalb eines Tages ab. Maximal wurden von einem Weibchen bei 18—20° innerhalb 27¼ Stunden 10 Eier abgesetzt und dabei zu 4 bzw. 6 auf 2 Kokons von *Ap. glomeratus* verteilt. Bei kühlerem Wetter sinkt die Produktion entsprechend ab. So erzielten wir bei 12—15° in 24 Stunden von etwa ½ Dtzd. Weibchen nur insgesamt 1 Ei.

Wider Erwarten scheint sich die Produktion während der ganzen Lebenszeit des Tieres auf genähert gleicher Höhe zu halten. Auch bei mehrere Monate alt gewordenen Weibchen sank sie kaum (Abb. 4) oder

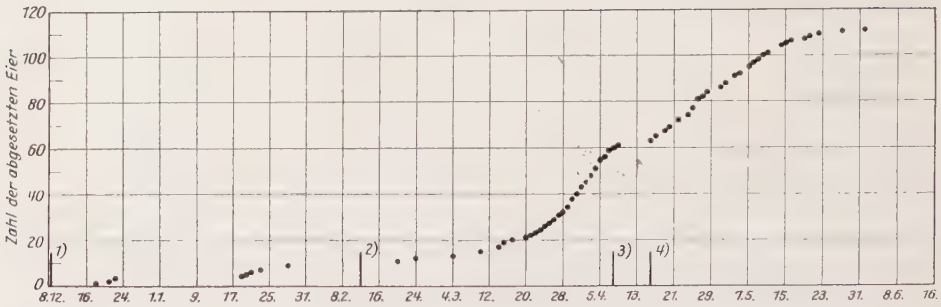


Abb. 5. Legetätigkeit des ♀ 50/862 von *Gelis* 71. — Das ♀ starb am 16. 6. 1) Schlüpftag des 1)—2) u. 3)—4) ♀ isoliert gehalten, 2)—3) und 4) ff. ♀ mit ♂ vergesellschaftet

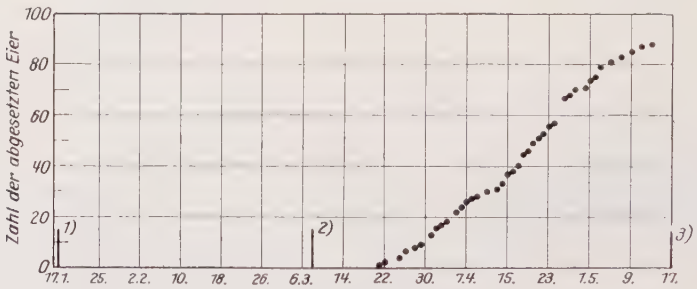


Abb. 6. Legetätigkeit des ♀ 51/12 von *Gelis* 71. 1) Schlüpftag des ♀, 1)—2) 17. 1. bis 8. 3. ♀ isoliert, in der Folge vergesellschaftet mit ♂♂ gehalten, 3) Todestag (Unfall) des ♀

erst zuletzt (Abb. 5 u. 6) merklich ab. Stark abhängig ist der Legetrieb dagegen vom Vollzug oder Ausbleiben der Copula. Jungfräuliche Weibchen setzen zwar auch Eier ab, deren Zahl blieb bei unseren Versuchstieren aber weit hinter der begatteter Individuen zurück. Wurde diesen später ein Männchen zugesellt, zog die Leistung dagegen an, auch dann, wenn die Weibchen inzwischen mehrere Wochen alt geworden waren. Solche Fälle sind in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt. Ließ die Legetätigkeit später nach, so konnte sie zuweilen durch Hinzubringen weiterer Männchen wieder aufgefrischt werden. Auch das geht aus Abb. 5 hervor. Einige Weibchen setzten aber auch dann keine Eier ab, ohne daß wir den Grund ermitteln konnten (s. a. S. 237). So legte ein am 13. 3. dem Kokon entstiegenes Versuchstier von etwa normaler Größe, obgleich es vom 20. 4. ab, vom 28. 4. abgesehen, ständig mit einem oder mehreren Männchen vergesellschaftet war, erst am 17. 6. sein erstes und am 19. 6. sein zweites und letztes Ei. Am 2. 7. ging das Tier ein, anscheinend infolge einer Vergiftung. Es barg dann in den Ovarien noch drei ausgewachsene Eier. Es war ebenso untergebracht wie das legewillige Material und wurde auch ebenso gefüttert. Von Zeit zu Zeit scheint auch dieses Tier Blutmahlzeiten zu sich genommen zu haben. Ziemlich regelmäßig wiesen nämlich die dargereichten *Apanteles*-Kokons Stichlöcher und die Wirtslarven dementsprechend bis zu etwa 1 Dutzend Stichflecke auf. Ein anderes, am 4. 2. geschlüpftes Weibchen, das bis zum 7. 4. beobachtet wurde und dann entkam, brachte es sogar auf mehr als 50 Stichflecke innerhalb 24 Stunden, ohne Eier abzusetzen.

Die Höchstproduktion eines Weibchens betrug mindestens 255 Eier in 140 Tagen. Die potientelle Höchstleistung liegt noch höher. Besagtes Weibchen starb nämlich nicht eines natürlichen Todes. Es erlag einer Krankheit, wahrscheinlich einer Vergiftung, und barg dann im Ovar noch vier ausgewachsene Eier. Ob aber auch im Freiland so hohe Werte erreicht werden, ist zweifelhaft. Die weitaus meisten Individuen dürften dort vorzeitig ausgemerzt werden.

F. Jugendstadien und Metamorphose

Die Aufzucht der Brut nahmen wir in Petridoppelschalen vor, die im allgemeinen mit einem täglich genetzten Wattebausch beschickt waren. Da sich die Entwicklung innerhalb des Braconidenkokons abspielt, schien es zunächst schwierig, über die einzelnen Phasen der Metamorphose ins Klare zu kommen. Die Zahl der Larvenstadien ließ sich zwar an Hand der im Gehäuse zurückbleibenden Häute auch noch dann ermitteln, wenn das Vollkerf den Bau verlassen hatte, und auch über die Morphologie von Larve und Puppe ließ sich dann noch einiges feststellen. Viel einfacher gestaltete sich die Arbeit aber, als sich herausstellte, daß *Gelis* 71 auch dann seine Metamorphose normal absolviert, wenn die Brut aus dem Kokon herausgenommen wird. Wir verfuhren dabei in der Weise, daß wir das Gehäuse an dem durch die etwas durchsichtige Polkappe ausgezeichneten apikalen Ende anschnitten und die Insassen herausholten. Die Eier und die Larven wurden nun einfach auf *Apanteles*-Larven auf einen Objektträger und mit diesem in die Glasschale gelegt. Auf diese Weise konnten auch bei Mehrfachbelegung eines Kokons alle Individuen zur Aufzucht gebracht werden, während sie sich sonst bis auf eins gegenseitig ausmerzen (s. S. 252). Die Larven wandern unter diesen künstlichen Bedingungen allerdings zuweilen vom Wirt ab. Sie erfahren aber, wenn sie innerhalb 24 Stunden replantiert werden, höchstens eine kleine Entwicklungsverzögerung. Das gilt selbst für die Junglarven. Längerer Nahrungsentzug wird ihnen allerdings gefährlich, vor allem, wenn die Kulturen warm gehalten werden. Dann trocknen die Larven schnell ein. Um diese Gefahr zu mindern, wurde den Zuchtgefäßen der oben erwähnte nasse Wattebausch beigegeben. Auch scheinen die Larven in der feuchteren Luft weniger zum Abwandern zu neigen. Wenn sie die erste Häutung hinter sich haben, sind sie bereits so widerstandsfähig, daß künstliche Feuchthaltung der Atmosphäre überflüssig wird. Nur im warmen Thermostaten behielten wir sie dauernd bei. Es schadet übrigens nichts, wenn die Tiere bei starker Nässung des Wattepfropfs vorübergehend direkt in flüssiges Wasser gelangen. Versuchsweise überschichteten wir eine Altlarve auf 24 Stunden mit Leitungswasser und legten sie dann wieder trocken, ohne daß sie dann Schaden genommen hatte. Um Riesenwuchs zu erzielen, legten wir auf die zuerst als Beute gereichte *Apanteles*-Larve eine zweite, wenn der Parasit das 5. Stadium erreicht hatte und den ersten Wirt zu etwa ¾ ausgesogen hatte. Die neue Beute wurde dann ohne weiteres angenommen und auch noch verzehrt. Mehr als ein- und allerhöchstens zweimal läßt sich dieses Experiment allerdings nicht bei derselben Larve wiederholen.

Zur Kokonbildung bringen frei liegende Larven es nicht. Sie spinnen zwar dann auch und wohl sogar länger als normalerweise, erzeugen dabei aber nur ein formloses, dem Gefäßboden aufliegendes Fadengewirr, oder höchstens einmal ein flaches, nestartiges, oben offenes Gebilde. Um zum dreidimensionalen Kokon zu kommen, bedürfen sie seitlich und über sich einer Stützfläche, wie sie sie im *Apanteles*-Kokon haben. Bietet man ihnen eine solche künstlich dar, etwa durch Überdecken mit schwach angefeuchteter und etwas angedrückter Watte, so resultiert ein normales Puppenhaus. Auch wenn die Tiere frei in der Schale liegen bleiben, verpuppen sie sich aber zu normaler Zeit, und ihre Weiterentwicklung zur Imago stößt alsdann auf keine Schwierigkeiten.

Zu besonderen Zwecken, z. B. um Zeichnungen nach dem Leben fertigen zu können, mußten wir die Larven betäuben. Das ist mit Hilfe von reinem Schwefeläther ohne Gefahr möglich. Die Tiere erwachen später wieder und entwickeln sich normal. Falls die Narkose reichlich tief war, brauchen sie allerdings bis zu 24 Stunden, um sich zu erholen.

Eingeschaltet sei hier, daß auch unbefruchtete Eier in die Entwicklung eintreten, daß also *Gelis* 71 zur Parthenogenese befähigt ist. Es resultieren dann nur Männchen. Dadurch unterscheidet sich die Art biologisch scharf von der ihr morphologisch so nahe stehenden *G. instabilis* Först. Letztere ist telythok (s. Blunck 1951, Seite 41).

I. Ei und Embryo

Das Ei ist lang-ellipsoid, nach dem analen Pol zu merklich verjüngt und andeutungsweise sichelförmig gekrümmt (s. Abb. 7). Es ist dünnhäutig

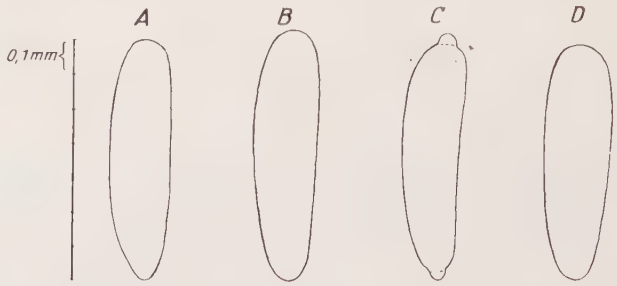


Abb. 7. Das Ei von *Gelis* 71 und seine Formveränderungen im Laufe der Embryonalentwicklung. — A = ca. 1 Tag, B = ca. 2 Tage, C = ca. 3 Tage, D = ca. 4 Tage nach der Ablage (dann kurz vor dem Schlüpfen der Larve)

und von weißer Farbe. Somit wiederholt es den bei Hymenopteren weitest verbreiteten und im besonderen den Ichneumoniden zukommenden Typ. Die Oberfläche ist äußerst fein chagriniert und darum etwas opalisierend. In der Größe wechseln die Eier, vielleicht entsprechend der Dimension des Muttertieres, aber wohl nicht ganz so stark wie dieses. Die durchschnittliche Länge beträgt 0,7 mm, der Durchmesser an der stärksten Stelle dann 0,17 mm. Maximal werden etwa 0,72 × 0,18 mm erreicht. Kleinere Eier sind nicht selten. Das Minimum liegt bei 0,62 × 0,13 mm, doch scheinen Stücke von weniger als 0,67 × 0,16 mm keine lebensfähige Larven zu liefern.

Zuweilen stießen wir auch auf Eier von etwas abweichender Form, so auf solche, die nach dem apikalen Pol zu stärker verdickt und gleichzeitig etwas kürzer waren als gewöhnlich, so auf ein solches von 0,62×0,2 mm. Sie entwickelten sich normal. Ebenfalls nicht selten treten überschlanke Eier auf, die aber meist später unter Schrumpfung zugrunde gehen. Aus einem Ei mit schwach zitronengelbem statt weißem Nahrungsdotter schlüpfte eine normale Larve.

Die Embryogenese haben wir im einzelnen nicht studiert. Der Reifezustand des Eies ist am Elastizitätsgrad des Eies, an Schrumpfungserscheinungen an den Polen, am Schwinden des Dotters, am Erscheinen der dann durchschimmernden Uratzellen und schließlich am Sichtbarwerden der Segmente und der Mandibeln meßbar.

Bei der Ablage sind die Eier noch weich und darum der Gefahr von Deformationen ausgesetzt. Sie werden aber sehr bald, vielleicht infolge Aufnahme von Wasserdampf aus der Umgebung, prall und so elastisch, daß sie nach Art von Gummibällen fortspringen, wenn mit ihnen unvorsichtig hantiert wird.

Der Embryo füllt das Ei während des größten Teils seiner Entwicklung nicht vollständig aus. Er läßt die Polpartien frei. Diese fallen daher unter Schrumpfungserscheinungen der Hülle früher oder später zusammen. Das Ei verkürzt sich also. Zuweilen hat man dann den Eindruck, daß den Polen, und zwar vor allem dem Vorderpol, eine micropylenartige Kappe aufsitzt (Abb. 7C). Der Keim selbst scheint von einer besonderen Hülle bedeckt zu sein. Ob diese etwa als Serosa oder als Amnion zu deuten ist, bleibe dahingestellt.

Der zunächst im Ei ziemlich gleichmäßig verteilte Dotter, das Deutoplasma, wird allmählich verbraucht, und was von ihm übrigbleibt, zieht sich unter Übergang in zitronengelb auf engem Raum zusammen und geht schließlich in den Mitteldarm über, diesem die Farbe verleihend.

Alsdann werden auch schon die erwähnten, selbst bei schwacher Vergrößerung infolge ihrer weißen Farbe leicht kenntlichen und durchschimmernden, zur Hauptsache zu je einem Längsstreifen neben dem Darm geordneten Uratzellen sichtbar.

Zuweilen zeichnen sich auch die Körpersegmente dank der durchsichtig bleibenden Eihaut für den Blick ab. Ferner werden die als einziges Organ schwach bräunlichen Mandibelspitzen sichtbar. Um diese Zeit beginnt das Tier, sich zu strecken, so daß es schließlich wieder das ganze Ei ausfüllt, die Kappen an den beiden Polen also zum Verstreichen bringt (Abb. 7D). Nunmehr, d. h. 1—2 Stunden vor dem Schlüpfen, setzen auch aktive Bewegungen ein. Die Embryonalentwicklung ist beendet.

Meist liegt der Zeitpunkt der Eiablage dann erst wenige Tage zurück. Schon bei gewöhnlicher Zimmertemperatur nimmt die Embryogenese nur etwa 2—3 Tage in Anspruch. Im Thermostaten lieferten die Eier bei 28½—29½° schon innerhalb der halben Zeit die Larven. Im Kühlraum lagen sie bei 10,5—11,4—13° 5 Tage. Es kommt aber auch vor, daß sie selbst bei normaler Zimmertemperatur die Larven erst nach mehreren Tagen entlassen. So schlüpften diese in einem Fall bei 12—16,3—20° erst 4—5 Tage nach der Eiablage (s. a. S. 254 Tabelle 3).

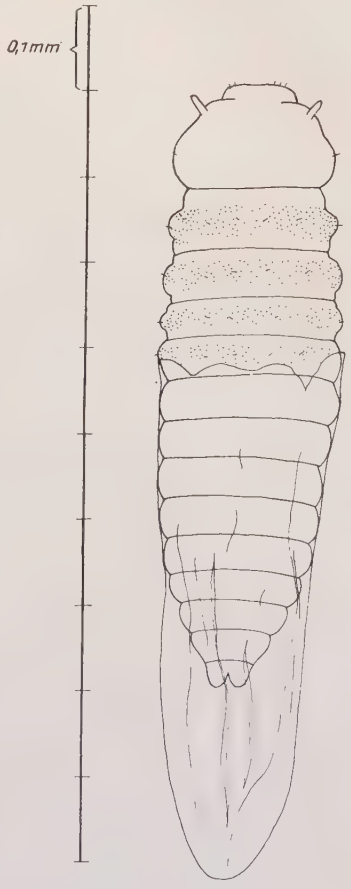


Abb. 8. Larve von *Gelis* 71 beim Schlüpfen aus dem Ei

Den Schlüpfakt (Abb. 8) haben wir nur einmal in allen Phasen beobachtet. Er begann damit, daß sich der Vorderkörper des Tieres von Zeit zu Zeit leicht kontrahierte und dann wieder streckte. Dabei wurden auch die bis dahin nur schwer kenntlichen Konturen des fast glasartig durchsichtigen Kopfes deutlich. Allmählich folgten sich die zunächst nur in Abständen von mehreren Minuten eintretenden aktiven Bewegungen häufiger. Gleichzeitig wurden sie kräftiger, um schließlich die hinteren Körperabschnitte mit einzubeziehen. Auch im Kopf selbst setzten dabei Lageveränderungen ein, vor allem bei der Mundpartie. Diese wurde im Wechsel vorgestülpt und wieder eingezogen. Es ist möglich, daß dabei die Mandibeln mit vorgetrieben und zum Sprengen der Eihaut eingesetzt werden. Die wurmartigen Bewegungen des Rumpfes treiben diesen allmählich vorwärts, so daß der sich dabei aufblähende Kopf den Vorderpol wieder ausstülpt und diesen schließlich sogar etwas auftreibt. Alsdann ist der Moment des Schlupfes gekommen. Vom Einsetzen der ersten spontanen Bewegungen war bei dem hier zugrunde gelegten Fall bis dahin bei 18 bis 19° reichlich eine Stunde vergangen. Plötzlich riß das Ei am Vorderpol unregelmäßig auf, und die Larve schob sich langsam unter weiteren wurmartigen Bewegungen aus der Hülle heraus. Als der Kopf frei war, wurde er stark abwärts gekrümmt und behielt diese Haltung dann bis zum Schluß des Prozesses. An den frei werdenden Rumpfteilen wurden sofort die bei der Junglarve relativ starken Hautskulpturen sichtbar (s. Abb. 8). Schon wenn der Körper erst teilweise frei ist, füllen sich die Tracheen mit Luft und werden dann augenfällig. Besonders die beiden Längsstämme heben sich deutlich von der Umgebung ab. Der Schlüpfprozeß selbst vollzieht sich ziemlich langsam, viel langsamer als die späteren Häutungen. Er scheint bei niederer Temperatur sich stundenlang hinziehen zu können. Nach der Befreiung von der als form- und farbloses Häutchen zurückbleibenden Eihülle schob sich das Tier noch ein kleines Stückchen auf dem Wirt vorwärts und kam dann für längere Zeit zur Ruhe.

II. Larve

Die Larve gleicht nach Bau und Lebensweise bis in viele Einzelheiten, wenn nicht in allen, der *Hemiteles*-Brut. Auch das spricht für die Auf-

fassung, daß die Gattungen *Gelis* und *Hemiteles* sich außerordentlich nahestehen, ja, wohl zusammenfallen. Da wir die Brut von *Hem. similli-mus sulcatus* an anderer Stelle eingehend beschreiben werden, beschränken wir uns hier in bezug auf *Gelis* 71 darauf, die wichtigsten Grundzüge zu skizzieren.

a) Morphologie

Wie bei allen Spezies der Gattung ist der Körper vom hymenopteriformen Typ (CLAUSEN 1940 S. 14 und 87), also spindelförmig, der scharf abgesetzte Kopf verhältnismäßig groß, das Hinterteil stärker zugespitzt (Abb. 12, 13, 16, 18 B). Die nirgends stark chitinisierte, aber gegen Druck so widerstandsfähige Haut, daß sie selbst bei der Junglarve nach Belastung mit einem Deckglas nicht platzt, ist farblos, unbenetzbar und am Rumpf fein skulpturiert. Die weißliche Farbe wird dem Tier durch innere Organe, vor allem durch den Fettkörper verliehen. In gefülltem Zustand schimmert auch der zunächst zitronengelbe, dann gelbbraune bis rötlichbraune und schließlich rein braune Darminhalt durch.

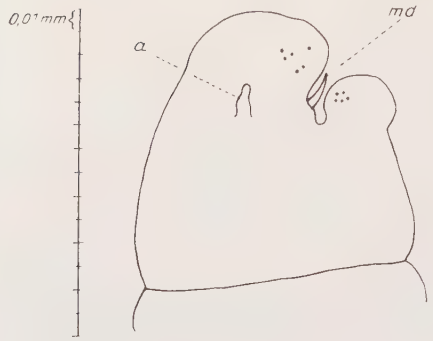


Abb. 9. Kopf einer Larve von *Gelis* 71 während des Schlupfakts aus dem Ei. — In der noch weit klaffenden Mundöffnung ist die Mandibel md sichtbar, seitlich dorsal und ventral stehen Sinnesgruben. — a = Antenne

Der in der Grundform kugelige Kopf trägt einige winzige Tasthaare. Die Extremitäten sind stark umgewandelt. Nur die in Form kleiner, eingliederiger, schlanker Zapfen ausgebildeten Antennen sind einigermaßen augenfällig (Abb. 9, 11, 12, 13). Die Mundwerkzeuge sind in Anpassung an die saugende Art der Nahrungsaufnahme mit Ausnahme der Mandibeln aufs äußerste reduziert. Letztere liegen in Form zweier kurzer, spitzer, gebräunter, also stark chitinisierter Häkchen in der Ruhe tief in der Mundhöhle (Abb. 9), sind aber ebenso wie die ganze, nach Art eines Schröpfkopfes einsetzbare Mundpartie ausstülpbar und wirken dann wohl mehr stilettartig als schneidend. Das gilt wenigstens für die Junglarve (s. Abb. 10 A). Bei älteren Larven (Abb. 10 B—E) sind die Mandibeln kürzer und breiter gebaut, außerdem unmittelbar hinter der Spitze durch feine Querriefelung der Innenkante (Abb. 10 D, E) ausgezeichnet. Die nur bei der Altlarve deutlich erkennbaren ersten Maxillen liegen ebenso wie bei den *Hemiteles*-Larven (s. Abb. 11) rechts und links

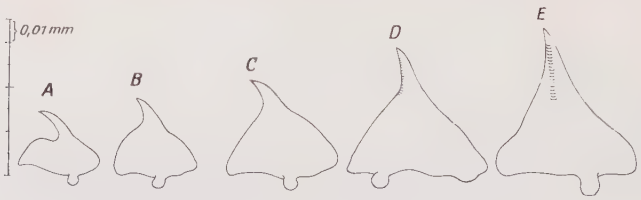


Abb. 10. Mandibeln der 5 Larvenstadien (A—E) von *Gelis* 71. — A—D in Seitenansicht, E in Aufsicht von der Innenseite

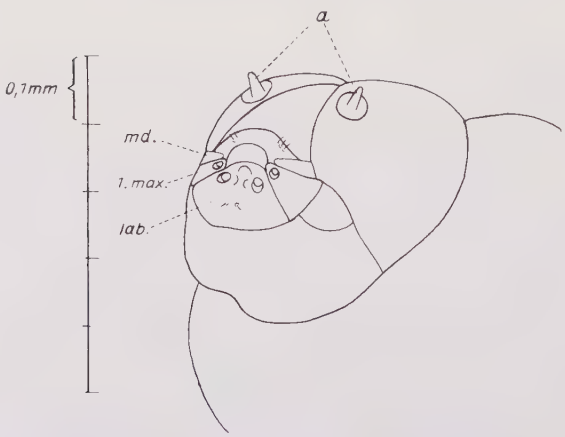


Abb. 11. Kopf einer Altlarve von ***Hemiteles simillimus sulcatus***, schräg von vorn und von der Seite gesehen. — a = Antennen, md. = Mandibel, 1. max. = 1. Maxille, lab. = Labium

der Mundöffnung als stumpfdreieckige, ein wenig erhabene Chitinfelder, in denen je ein ovaler Fleck mit kleinerem, kreisrundem Innenhof, offenbar den zu reinen Chemoreceptoren reduzierten Laden und Palpen, abgegrenzt ist. Leichter erkennbar ist der Bereich des Labium (Abb. 11 lab.). Bei vorgetriebener Mundpartie schließt es diese in Form eines breiten, fleischigen Wulstes ab, in dem die Palpen ebenso wie an den ersten Maxillen als kleine rundliche Sinnesfelder erscheinen und außerdem die Spinnwarzen, solange sie in Funktion sind, etwas hervortreten.

Der Rumpf geht ohne tieferen Einschnitt vom dreigliedrigen Thorax in die 10 Abdominalsegmente über. Alle 13 Segmente sind mit einigen wenigen Sinnesorganen, nämlich jederseits dorsal etwa 3, lateral 1—2 und ventral mindestens 1, auf den vorderen Segmenten 2—3 Härchen besetzt. Sie heben sich bei den jüngeren Stadien nur wenig aus den Hautskulpturen (s. Abb. 12) heraus.

Die Zahl der funktionsfähigen Stigmen (Abb. 12, 13, 18 D) beträgt ebenso wie bei Braconiden (SEURAT 1899 S. 64, 79 jederseits 9, nicht etwa 10. Ein thorakales Stigma liegt auf der Grenze von Pro- und Mesothorax, die 8 abdominalen sind in die vordere Hälfte der 8 ersten Segmente eingebaut.

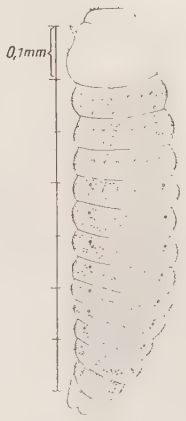


Abb. 12. Junglarve von *Gelis* 71 mit Hautskulpturen, Tastborsten und 9 Stigmenpaaren

Das 10. Segment kann einerseits weitgehend eingezogen und andererseits stark vorgetrieben werden, um dann als Saugnapf zu dienen. Es endet angedeutet zweiteilig (s. Abb. 12). Bei stärkster Dilatation des Tieres, wie sie z. B. bei reifen Altlarven vor Einsetzen der Spinnarbeit und vor der Kotausscheidung vorkommt, ist das 10. Segment so stark gegabelt, daß die beiden neben und über dem After gelegenen Spitzen wie Cerci oder Pseudocerci erscheinen. Sie sind schwach skulpturiert.

Die Zahl der Larvenstadien beträgt 5.

Die Junglarve ist durch den relativ großen Kopf (Abb. 8, 12, 13), der anfangs breiter als der Thorax ist, die verhältnismäßig langen Fühler, die spitzer ausgezogenen, stark

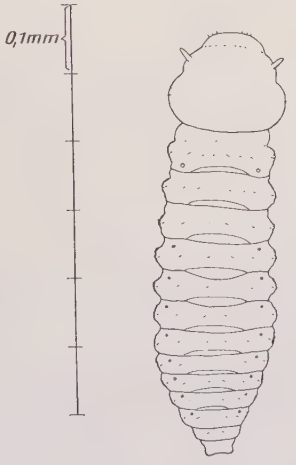


Abb. 13. Frisch geschlüpfte Junglarve vom *Gelis* 71

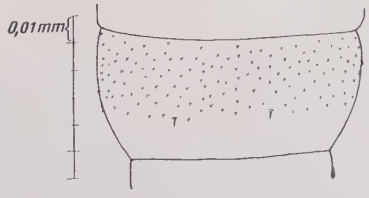


Abb. 14. 9. Abdominalsegment einer Junglarve von *Gelis* 71 mit Hautskulpturen und Sinnesborsten. — Vom Rücken gesehen

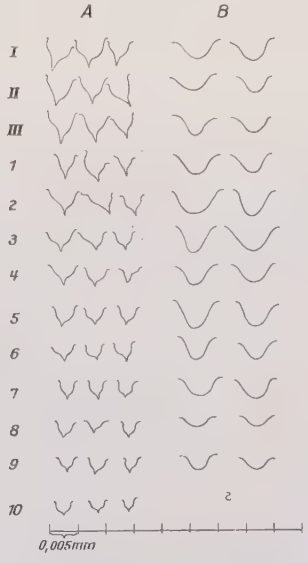


Abb. 15. Hautskulpturen der 3 thorakalen (I—III) und der 10 abdominalen Segmente (1—10) einer Junglarve (A) und einer Altlarve (B) von *Gelis* 71

Tabelle 2

Körpermaße der Larvenstadien von *Gelis* 71 in mm
(extreme Werte übergroßer und verzwergter Individuen blieben unberücksichtigt)

	L I	L II	L III	L IV	L V
Körperlänge . . .	0,6—0,9	0,8—1,25	1,2—1,4	1,35—?	3,1—4,0
Länge der Antennen . . .	0,025—0,028	0,024—0,026	0,025—0,029	0,025—?	0,024 - 0,027
Länge der Mandibeln (Außenkante × Breite an der Basis) .	0,035 x 0,035	0,04 x 0,04	0,047 x 0,047	(0,055 x 0,055) —(0,06 x 0,06)	(0,06 x 0,058) –(0,07 x 0,065)
Maximale Länge der Tastbörstchen	0,003—0,005	0,004—0,006	0,005—0,007	0,006—0,008	0,018—0,019
Maximale Höhe d. Hautskulpt. am Thorax . .	0,006—0,007	0,002—0,003	?	0,002—0,003	0,003—0,004
Durchmesser der thoracalen Stigmengrube	0,005	0,009	0,012—0,013	0,017—0,018	0,02—0,03

hakenförmig gekrümmten Mandibeln (Abb. 10 A) und die auffällig starken, kegelförmigen, teils mit einer haarförmig auslaufenden Spitze endenden Hautskulpturen (Abb. 12, 14, 15 A) gekennzeichnet. Sie mißt beim Schlüpfen etwa 0,6 mm und wächst bis zur Häutung auf etwa 0,9 mm heran. Im übrigen sind ihre Körpermaße ebenso wie die der andern Stadien aus Tab. 2 ersichtlich. Diese veranschaulicht zugleich die Längenverhältnisse des Körpers und seiner Anhänge. Sie zeigt ferner, daß der Durchmesser der thoracalen Stigmengrube eins der zuverlässigsten Merkmale zur Determinierung des Alters-stadiums ist.

Das zweite bis vierte Stadium vermittelt in seinen Charakteren zwischen der Jung- und der Altlarve. Einzelheiten sind aus Tab. 2 ersichtlich. Man beachte, daß die Länge der Antennen fast unverändert bleibt, und daß die Hautskulpturen eine Größenreduktion erfahren. Diese resultiert z. T. aus dem Verlust der sie bei der Junglarve auszeichnenden haarförmigen Spitze.

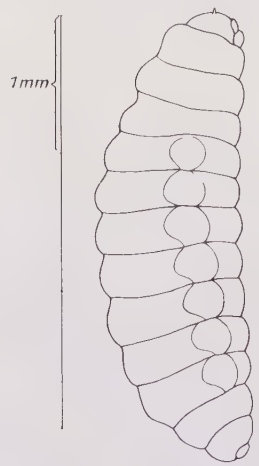


Abb. 16. Reife Altlarve von *Gelis* 71 mit lateralen Kriechwülsten. — Von der Seite gesehen

Die Altlarve (Abb. 16, 17, 18 D) übertrifft volumenmäßig das voraufgehende Stadium um ein Mehrfaches. Die Größenzunahme kommt aber auch in der Körperlänge zum Ausdruck. Durchschnittlich wird das Tier 4, im Extrem 5 mm lang. Fühler, Mandibeln und die im Unterschied zu den jüngeren Stadien jetzt auch auf der Ventralseite auftreten-

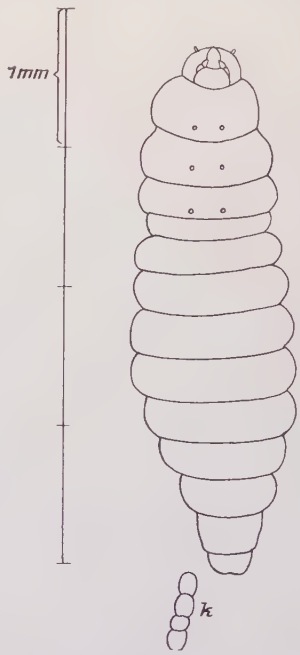


Abb. 17. Häutungsreife Altlarve von *Gelis* 71 mit Wespentaille, thorakalen Extremitätenschwielen und abgestoßenem Kot (k). — Von der Ventralseite gesehen

den oder dort erst jetzt deutlich werdenden Hautskulpturen sind kaum gewachsen, mehr dagegen die entsprechend leichter auffindbaren Tastborsten, an die wohl bei den Vorbereitungen zur Verpuppung erhöhte Anforderungen gestellt werden. Selbst am 10. Abdominalsegment sind jetzt dorsal neben der Mittellinie jederseits 2, lateral jederseits 2 weitere und ventral insgesamt mindestens 2 Borsten nachweisbar. Auf die Größenzunahme der Stigmen wurde schon hingewiesen. Sie dürfte mit der stärkeren Inanspruchnahme des trachealen Apparats während der sich vorbereitenden Verwandlung in die Puppe zusammenhängen. Diese wirkt sich später auch in Gestaltveränderungen der Larve aus, auf die bei Schilderung der Verpuppung eingegangen ist. Nur auf die sich schon gegen Ende der Fraßperiode vollziehende stärkere Untergliederung des Körpers, vor allem auf die in Abb. 18 D wiedergegebenen Rückenschwielen und auf einen merkwürdigen gegliederten seitlichen Wulst, der sich hart unter der Stigmenreihe vom 1. bis 7. abdominalen Segment erstreckt, sei hier schon hingewiesen. Dieser längliche Wulst liegt dem Körper schließlich wie eine nur noch in loser Verbindung mit ihm stehende Kette auf (Abb. 16). Man darf wohl annehmen, daß es sich dabei um Hilfsorgane zur Fortbewegung bei der Spinntätigkeit der Larven im Kokon handelt. Während hier zweifellos Sekundärerwerbungen vorliegen, die morphologisch nicht sonderlich interessieren, gilt letzteres um so mehr für gewisse Differenzierungen des Thorax, welche die Altlarven auszeichnen, zuweilen aber auch schon bei jüngeren Stadien angedeutet sein können. In einem Fall glaubten wir sie schon bei einer L II zu beobachten. Gemeint sind paarige, kreisrunde, auf die 3 Brustsegmente verteilte ventrale Schwielen (Abb. 17), zu denen, weniger stark umrissen, im Meso- und Metathorax noch lateral je ein gleichgestaltetes weiteres Paar tritt. Über diesen Flecken fehlen die Hautskulpturen. Die Schwielen sind glatt und glänzend. Sie wurden von Seurat (1899 S. 62—63) schon bei Braconiden *(Ap. glomeratus)* beschrieben und sind als Anlagen der drei thorakalen Extremitäten und der beiden Flügelpaare anzusprechen. Sie sind als rudimentäre Organe oder als erste Anlagen der sich in Verbindung mit ihnen ausbildenden oder doch erst ins Wachsen geratenden Keimscheiben der pupalen Körperanhänge zu werten. Gegen letzteres spricht, daß die Puppen von *Gelis* 71 der Flügelscheiden entbehren, und daß auch bei der Imago die Flugorgane hoffnungslos rudimentär, ja, beim Weibchen überhaupt nicht nachweisbar sind. Wir haben allerdings bisher nicht untersucht, ob die lateralen Papillen bei beiden Geschlechtern oder nur bei den im Vollkerfstand mit winzigen Flügelstummeln ausgerüsteten Männchen auftreten. Die Genitalpapillen sind bei den Larven nur schwer eruierbar, am ehesten noch beim Männchen, wo sie im Bereich des 9. Sternits hart neben der Mittellinie in Form je eines winzigen Scheibchens auftreten. Über ihnen scheint die Haut der Skulpturen zu entbehren.

Anatomisch haben wir die Larve nicht bearbeitet. Daß der bis ins 7. Abdominalsegment reichende Mitteldarm jederzeit dank des gelblichen bis braunen Nahrungsbreis durch die Haut durchschimmert, wurde schon gesagt. Das gleiche gilt für die schon bei Besprechung des Embryo erwähnten kreideweißen Uratzellen und bei extrem fetten Larven auch für die diese Organe begleitenden, nicht so kraß getönten eigentlichen Fettzellen. Oft sieht man auch die von den Tracheenlängsstämmen abgehenden, ebenfalls dank ihres Luftgehalts silbrig schimmernden Seitenäste des Respirationssystems, z. B. die zu den Stigmen ziehenden Zweige. Im übrigen scheint für dieses und andere Organsysteme die von Seurat (1899 S. 86—96) für Ichneumoniden gegebene Beschreibung zu gelten.

b) Biologie

Das Betätigungsfeld der Larve ist wie bei allen parasitären Hymenopteren eng begrenzt. Die Lebensäußerungen erschöpfen sich im Erschließen der Nahrungsquelle, in der Nahrungsaufnahme und in der Verarbeitung des Nahrungsbreis. Was hinzukommt, sind Hilfsmaßnahmen. Erst wenn das Tier ausgewachsen ist und zur Verpuppung rüstet, erfolgt eine, das ganze Verhalten beeinflussende Umstellung.

Da das Ei neben oder gar auf der Beute im Wirtskokon liegt, bereitet es dem Tier keine Mühe, auf dieser Fuß zu fassen. Eher Schwierigkeiten macht das Erschließen des Nahrungsstroms. Trotz der Zartheit der Körperdecke einer *Apanteles*-Larve bedarf es größter Anstrengungen des Angreifers, sie anzuschneiden. Das kommt im Verhalten des Tieres zum Aus-

druck. Es schreitet nach der sich an den Schlüpfprozeß anschließenden Ruhepause, während der sich wohl das Tracheensystem füllt, alsbald zum Angriff. Dazu verankert es sich zunächst mit dem fest dem Wirtskörper aufgesetzten und dann haftscheibenartig wirkenden Hinterende. Nunmehr kontrahiert sich der Körper etwas, wobei der Rücken sich aufwölbt. Damit ist für die Larve die Ausgangslage geschaffen, um sich nach Art einer gespannten, dann frei gegebenen Feder unter scharfer Abwärtsbeugung des Kopfes ein wenig vorschnellen und die Mundpartie der Beute aufpressen zu können. Zuweilen macht es den Eindruck, als wolle der Angreifer sich in diese geradezu eingraben. Die *Gelis*-Arten leben aber ektoparasitär oder, richtiger gesagt, räuberisch. Zweck des Manövers ist nur, die Mundpartie so dem Wirt aufzulegen, daß dieser nicht ausweichen kann, wenn die Mandibeln zupacken. Sehr selten kommt die Larve damit schon beim ersten Einsatz zum Ziel. Meist muß sie sich oft und sehr oft bemühen. Dabei wechselt das Tier von Zeit zu Zeit den Platz, offenbar auf der Suche nach einem günstigeren Angriffspunkt. Es kriecht verhältnismäßig geschickt, etwa nach Art der Hirudineen. Dabei übernehmen die Mundpartie und das 10. Abdominalsegment die Rolle der Saugnäpfe. Das letzte Segment dient gleichzeitig als Nachschieber. Erweist sich der Wirt als ungeeignet, z. B. als infolge Blutmahlzeiten der Imago übermäßig geschrumpft oder infolge Wasserarmut der umgebenden Luft eingetrocknet und verhärtet, so wandert das Tier ab und kann dann stundenlang umherirren. Das gleiche passiert, wenn dem Kokon entnommene Larven den Kontakt mit der Beute verlieren. Selbst Junglarven legen dabei mit der Zeit bis zu 5 cm, wenn nicht mehr, zurück. Daß sie nach rechtzeitiger Replantierung sich noch normal weiterentwickeln, wurde schon gesagt (s. S. 241). Dieses starke Lokomotionsvermögen ist übrigens keine Besonderheit von *Gelis* 71. Es kommt auch den Junglarven vieler anderer ektoparasitär lebender Ichneumoniden zu (CLAUSEN 1940, S. 77).

Sobald die Kiefer die Körperdecke der Beute durchstoßen haben, setzen Pumpbewegungen des Vorderarms ein, bei denen auch der schröpfkopfartig wirkende Mundkomplex beteiligt ist, ja der ganze Kopf in Mitleidenschaft gezogen wird. Da der Schädel durchaus weichhäutig ist, erfahren Stirn und Scheitel bei jeder Schluckbewegung Einbeulungen, so daß der Beschauer an das Pulsieren der Fontanelle bei Mammaliern erinnert wird. Bald sieht man dann auch den Mitteldarminhalt in langsam fluktuierende Bewegung geraten. Wenn die Nahrung richtig fließt, folgen sich bei Zimmertemperatur in der Minute durchschnittlich 50—150 Schluck, und dieser Rhythmus kann längere Zeit bestehen bleiben. Früher oder später wechselt der Angreifer aber die Saugstelle. Ursache des Platzwechsels dürfte Nachlassen oder Versagen des Nahrungsstroms sein. Die verlassenen Wundstellen bluten selten und bleiben meist unsichtbar.

Die Larve schlürft keineswegs nur die von vornherein flüssigen Bestandteile des Opfers ein. Sie zehrt dieses vielmehr normalerweise bis auf die chitinösen Elemente vollständig auf, läßt also schließlich nur die leere Haut zurück. Es muß also angenommen werden, daß die inneren Organe praeoral verflüssigt werden, vielleicht durch ausgebrochenen Magensaft. Der direkte Nachweis dafür fehlt, aber auch die sich während der Saugtätigkeit bei der Beute vollziehenden Veränderungen machen diese Deutung wahrscheinlich. Angegriffene *Apanteles*-Larven nehmen nämlich bald

die Konsistenz schlaffer Säcke an, deren flüssiger Inhalt nur durch die Körperdecke zusammengehalten wird.

Merkwürdig ist, daß der Kadaver dauernd frisch bleibt, d. h. nicht etwa fault oder schimmelt. Entsprechendes gilt bekanntlich für die Beutetiere vieler anderer räuberischer und ektoparasitärer Hymenopteren. Mechanisch verletzte *Apanteles*-Larven gehen jedoch nicht nur ziemlich schnell zugrunde, sondern verschimmeln bald oder verjauchen. Das kommt bei den von *Gelis*- und *Hemiteles*-Larven angegriffenen Individuen fast niemals vor. Passiert es doch einmal, so wird die Beute für den Angreifer schnell ungenießbar, und er gibt sie auf.

Die Saugtätigkeit der Larve zeitigt noch einen anderen Effekt. Auffällig schnell stirbt nämlich das Beutetier, oder es wird zum mindesten paralysiert. Normalerweise werden die *Apanteles*-Larven ja schon durch die Stiche der Mutterwespe getötet, also bevor die Brut das Ei verläßt. Aber auch bis dahin aktiv beweglich gebliebene Larven sterben nach dem Angriff meist spätestens innerhalb 24 Stunden, selbst dann, wenn sie nur ganz kurze Zeit besogen sind. Der Effekt ist zu groß, als daß es sich um rein mechanische Auswirkung des Larvenbisses und des Stoffentzuges handeln könnte. Entsprechendes beobachteten wir übrigens bei *Hemiteles*-Larven. Zuweilen hatten wir den Eindruck, daß die *Apanteles*-Larven bei Besaugen durch Junglarven noch schneller absterben, als wenn sie durch ältere Stadien angegriffen werden. Es sieht so aus, als ob der Biß der jungen Larven giftiger wirkt als der der Altlarven. Die Beobachtung bedarf aber der Nachprüfung.

Man wird den Sekreten des Angreifers somit 3 Leistungen zuerkennen müssen. Es wird 1. der Wirt gelähmt und getötet, 2. die Beute praeoral durch Vorverdauung verflüssigt und 3. die Nahrung dauernd frisch erhalten.

Quantitativ ist *Gelis* 71 im Nahrungsbedarf der Größe seiner Wirte angepaßt. Eine *Apanteles*-Larve normalen Ausmaßes leistet ihr also Genüge. Durch Blutmahlzeiten der Weibchen geschwächte Larven liefern dagegen verzwergte Brut. Es wurde schon gesagt (s. S. 230), daß diese die Metamorphose verspätet vollendet oder vorher stirbt und zwar meist als L V. Größere Wirte als *Ap. glomeratus*, z. B. *Ap. rubecula* Marsh. und *Microplitis mediana* (Ruthe) Reinhard, ergeben größere Individuen des Parasiten. Man kann solche aber auch, wie schon erwähnt (s. S. 223), ohne weiteres durch Verpflanzen der Brut von einer ausgesogenen Larve von *Ap. glomeratus* auf eine frische erzielen, da diese, wenn der Transport rechtzeitig erfolgt, dann auch noch ausgenutzt wird. Maximal brachte es eine Larve von *Gelis* 71 auf solche Weise auf den Verzehr von 2½ Beutetieren. Es resultierte damals eine 5 mm lange Altlarve und später ein entsprechend übergroßes, übrigens auffällig ausgedehnt rot gefärbtes Männchen. Eine Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zugunsten der Weibchen, wie es nach reichlicher Ernährung der Brut bei einigen anderen Ichneumoniden beobachtet ist, erfolgt, wie schon früher gesagt (s. S. 235), bei *Gelis* 71 offenbar nicht.

Solange die Larven jung sind, ist der Nahrungsbedarf gering. Das geht aus der Serie Abb. 18A—D hervor. Selbst wenn sie schon das 3. Stadium erreicht haben, ist aber die Beute größenmäßig erst wenig reduziert. Stärkere Ansprüche stellt die L IV. Aber auch wenn diese zur

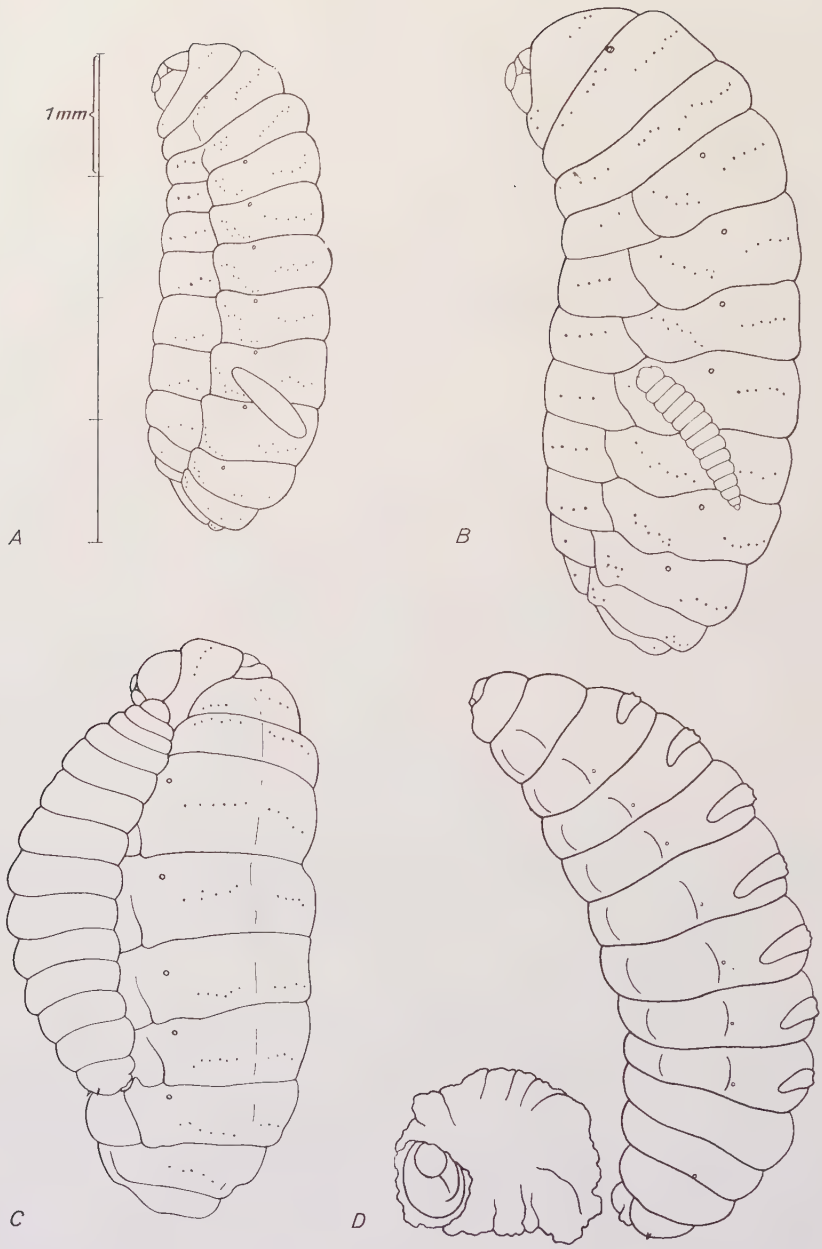


Abb. 18. *Gelis* 71 beim Verzehren einer Larve von ***Apanteles glomeratus*** L. — A = Ei auf dem Wirt, B = L I geschlüpft, C = L III (? L IV) beim Aussaugen des Wirts, D = reife L V neben dem ausgesogenen Wirtsrest

Altlarve häutet, hat die *Apanteles*-Larve erst kaum ¼ bis ⅓, allenfalls einmal die Hälfte ihres Volumens verloren. Den Rest besorgt die Altlarve, und zwar in erstaunlich kurzer Zeit. Eine vollkräftige L V kann eine ihr

A

B

C

Abb. 19. Altlarve von *Gelis* 71 beim Aussaugen einer Puppe von *Apanteles glomeratus* L. — A = Puppe noch wenig deformiert, am Abdomen schwarze Saugflecke, B = Abdomen der Puppe bereits stark reduziert, C = Puppe ein formloser Rest, L V genähert reif. — Vergr. ca. 15 mal. — Dr. Rönnebeck fot.

frisch gereichte Larve von *Ap. glomeratus* bei Zimmertemperatur innerhalb 6 Stunden zu ¾ und innerhalb weniger als 24 Stunden bequem ganz auszehren. Was übrig bleibt, also die leere Haut, wird an ein Ende des Wirtskokons geschoben und dort zu einem schwärzlichen Klümpchen von 0,5—1 mm Durchmesser zusammengepreßt. Meist findet sich der Wirtsrest

am analen Pol. Es bleibt unerfindlich, wie der Parasit sich in diesem Sinne orientiert, andere Ichneumonidenlarven verfahren nach VOUKASSOVITCH aber ebenso (CLAUSEN 1940 S. 79—80).

Nicht ganz so gut gedeiht *Gelis* 71, wenn seiner Brut statt der Larven der Wirte deren Puppen gereicht werden. Besonders die L I scheint dann beim Angriff noch mehr Schwierigkeiten zu haben als sonst. Immerhin gelang die Aufzucht, wenn die verabfolgten Puppen nicht schon zu alt und stark verhärtet waren. Die Photoserie Abb. 19A—C zeigt eine Larve in den 3 letzten Phasen ihres Fraßes auf Kosten einer Puppe von *Ap. glomeratus*. Während die Bißstellen bei den Larven dauernd unsichtbar bleiben, scheinen sie sich bei den Puppen von *Apanteles* nach braun zu zu verfärben (Abb. 19A). So sahen wir (51/490) an einem unter Abstreifen des Parasiteneies zur Puppe gehäuteten und später von der inzwischen geschlüpften Junglarve von *Gelis* 71 befallenen *Ap. glomeratus* nach dessen Abtötung auf dem Abdomen über 30 kleine braune Flecke auftreten, die kaum anders denn als Saugstellen gedeutet werden konnten. Entsprechendes beobachteten wir aber auch in anderen Fällen.

Außer *Ap. glomeratus* haben wir der Brut von *Gelis* 71 nur *Ap. rubecula* Marsh. und *Microplitis mediana* (Ruthe) REINHARD zur Nahrung gereicht. Beider Larven wurden ebenso bereitwillig angenommen. Sie lieferten sogar besonders große Wespen. Aus Tab. 1 erhellt, daß wir unsere *Gelis*-Art auch aus im Freiland parasitierten Material dieses Braconiden erzogen. Weitere Wirte sind uns nicht bekannt geworden, wir zweifeln aber nicht, daß der Kreis größer gezogen ist (vgl. S. 223—226).

Chalcididen-Brut bildet kein geeignetes Nährsubstrat. Erwähnt wurde schon (s. S. 239), daß zwar auch Kokons von *Ap. glomeratus* bestiftet werden, welche Larven von *Tetrastichus rapo* enthalten, und daß die Eier dann zu normaler Zeit die Larven entlassen, sowie daß diese zuweilen versuchen, sich auf Kosten der Zehrwespen-Larven zu ernähren, d. h. sie zu besaugen. In einem Fall ging das Opfer daran zugrunde, die Larve von *Gelis* 71 kam aber dabei in der Entwicklung nicht weiter. Sie verharrte auf dem Stadium der L I und erkrankte. Auch als sie am 3. Tag auf eine andere Larve von *Ap. glomeratus* transplantiert wurde, kam sie zunächst nicht vorwärts, erholte sich aber dann und erreichte schließlich im Alter von 14 Tagen, also stark verspätet, die Reife. Nach weiteren 8 Tagen verpuppte sie sich und lieferte nach nochmals 8 Tagen ein normales Männchen.

Ebenso wie bei andern Ichneumoniden (CLAUSEN 1940 S. 77) kommt bei *Gelis* 71 eine Art K a n n i b a l i s m u s vor. Auch in *Apanteles*-Konkons, die mehrfach belegt wurden, kommt immer nur eine Wespe zur Reife. Bei allen unseren restlichen *Gelis*-Arten und bei *Hemiteles* beobachteten wir das gleiche. Die Larven schalten sich gegenseitig aus, meist schon bald nach dem Schlüpfen. Vielleicht verfahren sie auch so schon mit arteigenen Eiern und mit denen anderer Superparasiten, wenn sie auf solche stoßen. So gut wie ihre natürliche Beute verstehen sie aber ihre eigenen Schwestern nicht auszunutzen. Besogene Junglarven schrumpfen zwar erheblich ein, werden aber nicht bis auf die Haut ausgeraubt. Bei einer von einer L I getöteten L II waren die Fettzellen aufgelöst und die restierenden Fettröpfchen im ganzen Körper des Kadavers verteilt, die Uratzellen aber noch erkennbar. Allerdings befanden auch sie sich wohl in Mazeration. Der Angreifer hatte seine Beute damals schon verlassen. Ältere Stadien gehen, wenn sie besogen werden, wohl auch zugrunde, erleiden aber kaum tiefer greifende Organzersetzungen. Es scheint, daß die Verdauungsfermente gegenüber arteigenem Gewebe ziemlich machtlos sind.

Während des Heranwachsens h ä u t e t die Larve viermal, ohne daß dieser Prozeß Spezifisches bietet. Die alte Exuvie platzt in der Sutura metopica, die sich vor der Stirn gabelt und dann mit beiden Armen, die Antennen außen lassend, zum Kopfrand zieht. Vorher verankert sich das Tier besonders fest mit dem Hinterende auf dem Wirt, und nachher läßt es die Exuvie auf diesem flach ausgestreckt zurück. Die Haut wird

für den Beschauer dabei fast unsichtbar. Bei sorgfältiger Untersuchung lassen sich aber an ihr noch alle ektodermalen Organe nachweisen (s. Abb. 20).

Bei warmem Wetter erfolgt der erste Hautwechsel meist 2 Tage nach dem Schlüpfen, jeder weitere dann etwa 24 Stunden später, und nach der vierten Häutung wird die Nahrungsaufnahme nach wiederum 1 bis 2 Tagen endgültig eingestellt. Insgesamt sind somit bis dahin etwa 5—6 Tage verstrichen. Die Entwicklung vollzieht sich also erstaunlich schnell — womit *Gelis* 71 unter den Hymenopteren aber keineswegs allein steht. Bei 28½—29½° sahen wir die Fraßperiode sich sogar auf nur 4 Tage verkürzen. Umgekehrt erfährt sie bei kühlem Wetter eine erhebliche Verlängerung. So betrug sie bei 10—12,1—14° etwa 17 Tage. Gelegentlich, z. B. nach wiederholtem Abwandern vom Wirt und bei sonstigen Ereignissen, die Indispositionen im Gefolge haben, kann sich das Erlangen der Reife aber auch bei normaler Temperatur erheblich verzögern, ohne daß die Larven dann zugrunde gehen. So verharrte eine L I bei 14—15,6—19° volle 7 Tage auf dem Junglarvenstadium, nahm aber nach der ersten Häutung das normale Tempo auf und lieferte schließlich ein gesundes Männchen. Weitere Daten für die Entwicklungsdauer bringt Tabelle 3.

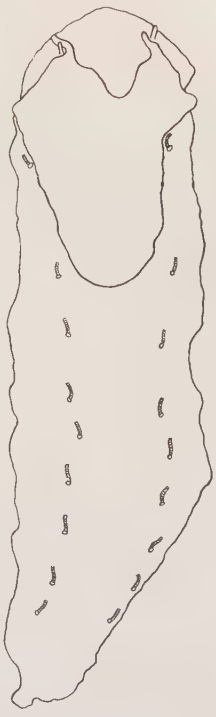


Abb. 20. Exuvie einer L III von *Gelis* 71 in der Aufsicht. Vorn ist das Schlüpfloch sichtbar, vor diesem das Stirndreieck, daneben die Antennen, weiter hinten das thorakale und die 8 abdominalen Stigmenpaare mit dem Stigmenhals. — Vergr. ca. 25fach

III. Puppe

Die reife Larve ist keineswegs alsbald fähig, die Haut abzustreifen und sich in die Puppe zu verwandeln. Es bedarf vorweg tiefgreifender äußerer und innerer Wandlungen. Diese ziehen sich viel länger hin als die Fraßperiode und nehmen selbst bei Zimmertemperatur mindestens 1 Woche, oft noch wesentlich mehr Zeit in Anspruch. Auf die sich dabei abspielenden innersekretorischen Prozesse, auf die aus ihnen resultierende Zerstörung larvaler Gewebskomplexe und auf die Neubildung pupaler und imaginaler Organe kann, dem Charakter dieser Studie entsprechend, nicht eingegangen werden. Wir müssen uns darauf beschränken, die äußerlich sichtbaren Formwandlungen zu skizzieren.

Sie setzen damit ein, daß die dorsalen und lateralen Kriechwülste der Larve (Abb. 16, s. S. 247) sich stärker herausmodellieren. Gleichzeitig erfahren Intensität und Form der Ortsbewegung eine Wandlung. Während das Tier sich bislang nur dann von der Stelle bewegte, wenn es galt, den Angriffspunkt am Wirt zu wechseln, gerät es nach Einstellung der Nahrungsaufnahme in ruhelose Bewegung, kriecht aber nun nicht mehr wie bisher auf dem Bauche, sondern auf dem Rücken, kehrt also, wenn es frei liegt, dem Boden die dorsalen Schwielen zu. Dabei schiebt es sich unter starken Kontraktionen und Dilatationen nicht mehr vorwärts sondern rückwärts. Im Kokon scheinen sich bei dieser Arbeit die Seitenwülste in ähnlicher Weise wie die Raupenketten eines Schleppers auszuwirken. Tagelang bleibt das Tier so in Bewegung. Es kann dabei mehrmals den Boden einer Petrischale von 10 cm Durchmesser nach allen Richtungen hin durchwandern. Zuweilen schoben sich die Tiere auch an der vertikalen Gefäßwand 1 cm hoch empor. Das Zurücklegen größerer Strecken ist aber an sich nicht der Sinn dieser Bewegung. Normalerweise beschränkt sich die Lokomotionsmöglichkeit ja auf das Lumen des *Apanteles*-Kokons, also auf einen Raum von kaum 5 mm Länge und reichlich 1 mm lichter Weite.

Tabelle 3.

Dauer der Metamorphose und

Lfd. Nr.	Kultur-Nr.	Eiablage	Schlüpfen der L I	Embryogenese i. Tg.	Ende d. Fraßperiode	Abstoßen d. Larvenkots
1	50/869	14. 12.—18. 12. 50	?	?	?	25. 2. 51
2	51/25	20. 1.—21. 1. 51	?	?	?	?
3	51/46	27. 1.—29. 1.	?	?	?	?
4*)	51/19	18. 1.—19. 1.	?	?	30. 1.	25. 3.
5	51/36	24. 1.—25. 1.	?	?	?	25. 2.
6	51/7	8. 1.—13. 1.	?	?	?	?
7	51/27	21. 1.—22. 1.	?	?	?	?
8	51/509	1. 5.—2. 5.	5. 5.	3—4	24. 5.	2. 6.
9*)	51/176	24. 2.—25. 2.	28. 2.	3—4	6. 3.	31. 3.
10	51/511	1. 5.—2. 5.	6. 5.	4—5	21. 5.	1. 6.
11	51/199	28. 2.—1. 3.	3. 3.	2—3	10. 3.	30. 3.
12	51/185	25. 2.—26. 2.	1. 3.	3—4	7. 3.	23. 3.
13*)	51/7	8. 1.—13. 1.	?	?	25. 1.	30. 1.
14*)	51/67	4. 2.—5. 2.	?	?	?	27.—28. 2.
15*)	51/218	3. 3.—4. 3.	6. 3.	2—3	14. 3.	24. 3.
16	51/122	14. 2.—15. 2.	18. 2.	3—4	24. 2.	1.—2. 3.
17	51/380	5. 4.—6. 4.	9. 4.	3—4	19. 4.	25. 4.
18	51/406	10. 4.—11. 4.	13. 4.	2—3	20. 4.	25. 4.
19	51/383	6. 5.—7. 4.	11. 4.	4—5	16. 4.	23. 4.
20*)	51/178	23. 2.	26. 2.	3	5. 3.	10.—11. 3.
21*)	51/158	21. 2.	23. 2.	2	2. 3.	7.—8. 3.
22	51/242	7. 3.—8. 3.	11. 3.	3—4	?	20. 3.
23*)	51/262	17. 3.—18. 3.	19. 3.	1—2	27. 3.	2. 4.
24	51/228	7. 3.—8. 3.	12. 3.	4—5	17. 3.	22. 3.
25	51/390	6. 4.—7. 4.	9. 4.	2—3	17. 4.	22. 4.
26*)	51/169	23. 2.	26. 2.	3	5. 3.	10.—11. 3.
27*)	51/293	23. 3.—24. 3.	26. 3.	2—3	3. 4.	7. 4.
28	51/386	6. 4.—7. 4.	9. 4.	2—3	15. 4.	19. 4.
29	51/273	19. 3.—20. 3.	21. 3.	1—2	27. 3.	2. 4.
30*)	51/296	24. 3.—25. 3.	28. 3.	3—4	3. 4.	7. 4.
31	51/302	25. 3.—26. 3.	29. 3.	3—4	4. 4.	8. 4.
32	51/361	2. 4.—3. 4.	5. 4.	2—3	12. 4.	16. 4.
33*)	51/245	12. 3.—13. 3.	15. 3.	2—3	20. 3.	25. 3.
34	51/303	25. 3.—26. 3.	29. 3.	3—4	3. 4.	8. 4.
35	51/319	27. 3.—28. 3.	31. 3.	3—4	6. 4.	11. 4.
36	51/377	4. 4.—5. 4.	6. 4.	1—2	10. 4.	12.—15. 4.
37	51/373	4. 4.—5. 4.	7. 4.	2—3	11. 4.	12. 4.

*) Während der Fraßperiode vom Wirt abgewandert.

Der scheinbar unfruchtbare Aufwand an Enerige wird aber durch den ihn begleitenden Spinnprozeß verständlich. Jede Larve fertigt sich im Wirtsgehäuse einen eigenen Kokon. Der Kadaver des Wirts wird vorher, wie gesagt, (s. S. 251) nach einem Pol des Wirtskokons hin abgeräumt. Da dieser etwas durchsichtig ist, schimmert er dort später ein wenig durch. Das Kadaver-Klümpchen bleibt außerhalb des Eigenkokons des Parasiten, der im übrigen der Wandung des Wirtsgehäuses dicht aufliegt aber nirgends mit diesem verklebt wird. Der Eigenkokon besteht aus Tausenden und Abertausenden sich kreuzender, sich in mehrfacher Schicht überdeckender und miteinander verklebter, sehr feiner, d. h. etwa $1\frac{1}{2}$ μ dicker Fäden, die an sich farblos aber stark lichtbrechend sind und daher bei Massierung seidigweiß erscheinen. Gelegentlich vorkommende schwärzliche Einschiebsel beruhen auf Verschmutzung. Während der Faden aus der nun gut sichtbaren Spinnwarze der dabei schnauzenartig vorgetriebenen Unterlippe herausgleitet und schnell erstarrt, pendelt und kreist der Kopf des arbeitenden Tieres ständig wie die den Pinsel tragende Hand eines Anstreichers hin und her. Gleichzeitig dreht und wendet sich der Körper und zwar, soweit beobachtet, im entgegengesetzten Sinn des Uhrzeigers, wobei, wie gesagt, er gleichzeitig allmählich rückwärts gleitet. Zwangsläufig schlägt sich dann

ihrer Stadien bei *Gelis* 71

Verpuppung	Larvenstadium i. Tg.	Htg. z. Imago	Puppenstadium i. Tg.	Verlassen d. Kokons	Gesamtentwicklungsdauer		Geschlecht
					Tage	Temperatur	
27. 2.	?	10. 3.	11	13. 3.	85—89	9—**15,8**—21°	♂
?	?	?	?	16. 4.	85—86	12—**16,6**—23°	♂
?	?	?	?	19. 4.	79—81	12—**16,7**—23°	♂
27. 3.	?	6. 4.	10	—	77—78	13—**16,5**—21°	♂
?	?	?	?	8. 4.	73—74	13—**16,3**—23°	♂
?	?	?	?	15. 3.	61—66	13—**16,1**—21°	♂
?	?	?	?	14. 3.	51—52	13—**15,9**—21°	♂
5. 6.	31	16. 6.	11	—	46—47	12—**17,7**—22°	♂
3. 4.	34	12. 4.	9	—	46—47	12—**17,2**—23°	♂
2. 6.	27	15. 6.	13	—	44—45	10—**13,3**—19°	♂
2. 4.	30	11. 4.	9	—	41—42	12—**16,8**—23°	♂
25. 3.	25	4. 4.	10	—	37—38	14—**16,8**—23°	♂
1. 2.	?	14. 2.	13	—	32—37	13—**15,8**—20°	♀
2. 3.	?	12. 3.	10	—	35—36	13—**16,7**—21°	♂
26. 3.	20	5. 4.	10	—	32—33	14—**17,0**—23°	♂
4. 3.	14	17. 3.	13	—	30—31	14—**16,5**—21°	♀
27. 4.	18	6. 5.	9	—	30—31	12—**17,0**—21°	♂
26. 4.	13	6. 5.	10	10. 5.	29—30	12—**17,0**—21°	♂
25. 4.	14	5. 5.	10	—	28—29	12—**16,9**—21°	♂
12. 3.	14	22. 3.	10	—	27	14—**17,0**—23°	♀
9. 3.	14	20. 3.	11	—	27	14—**17,0**—22°	♀
22. 3.	11	?	?	3. 4.	26—27	14—**17,1**—23°	♂
3. 4.	15	13. 4.	10	—	26—27	12—**17,2**—23°	♂
24. 3.	12	3. 4.	10	—	26—27	14—**17,0**—23°	♂
24. 4.	15	3. 5.	9	—	26—27	12—**16,8**—21°	♂
12. 3.	14	21. 3.	9	—	26	14—**17,6**—23°	♂
9. 4.	14	18. 4.	9	—	25—26	12—**17,0**—21°	♂
21. 4.	12	2. 5.	11	—	25—26	12—**16,7**—21°	♂
3. 4.	13	13. 4.	10	—	24—25	12—**17,1**—23°	♂
10. 4.	13	18. 4.	8	—	24—25	12—**17,0**—21°	♂
11. 4.	13	19. 4.	8	—	24—25	12—**17,0**—21°	♂
17. 4.	12	27. 4.	10	—	24—25	12—**17,0**—21°	♂
26. 3.	10	5. 4.	10	—	23—24	14—**17,7**—23°	♂
10. 4.	12	18. 4.	8	—	23—24	12—**17,0**—21°	♂
13. 4.	13	20. 4.	7	—	23—24	12—**16,9**—21°	♂
15. 4.	9	19. 4.	4	—	14—15	28,5—**29**—29,5°	♂
13. 4.	6	18. 4.	5	—	13—14	28,5—**29**—29,5°	♂

bald das Hinterende nach vorn zu um und rückt allmählich bis in die Höhe des entsprechend weit zurückgewichenen Kopfes. Das Tier hat dann die Form einer im scharfen Winkel gebogenen Krampe, und der Beschauer gewinnt den Eindruck, daß es sich in der engen Behausung rettungslos verrenkt und festgefahren hat. Unter intensivster Betätigung der Kriechwülste gelingt es ihm aber schließlich doch immer, die Bewegung zu vollenden, d. h. ganz „an sich vorbeizukriechen" und nun die Arbeit in der anderen Kokonhälfte fortzusetzen.

Über der Aufgabe vergehen bei kräftigen Larven meist 2—3 Tage. Bei höherer Temperatur kann sie innerhalb 24 Stunden vollendet werden, dürfte aber bei kühlem Wetter eine Woche und mehr in Anspruch nehmen. Auch bei Zimmertemperatur kam es vor, daß ein Tier 6—7 Tage spann, doch dürften dabei Ruhepausen einbegriffen gewesen sein. An sich bleibt die Spinnfähigkeit noch länger erhalten. Das stellte sich heraus, wenn wir den fertigen Kokon an einer Stelle anschnitten. Er wurde dann bald, spätestens aber nach 2—3 Tagen, wieder geschlossen. In der Regel setzt die Spinntätigkeit 1—2 Tage nach Einstellung der Nahrungsaufnahme ein, bei schwächlichen Individuen etwas später. So sahen wir eine solche Larve noch nach 3 Wochen am Kokon arbeiten.

Sie lieferte erst nach weiteren 35 Tagen, also auch verspätet, die Puppe, aber nach nochmals 10 Tagen, also nun nach genähert normaler Dauer der Nymphose, eine intakte Imago, und zwar ein Männchen.

Effekt der Spinntätigkeit ist ein das Tier allseitig umhüllender dünnseidiger Kokon. Er ist nicht immer in allen Teilen gleich stark und bleibt infolgedessen in einigen glashell durchsichtig, während er in anderen in der Aufsicht opak bis rein weiß erscheint. Immer ist er aber viel zarter und dünnwandiger als das Puppenhaus der *Apanteles*-Larve. Immerhin wird er so fest, daß er unschwer unverletzt aus diesem herausgelöst werden kann.

Frei liegende Larven spinnen auch und sogar wohl längere Zeit als solche im Wirtskokon, bringen aber, wie schon gesagt (s. S. 241), meist nur ein wirres, der Unterlage fest aufliegendes, teppichartiges Gewebe oder die erwähnte nestartige Grube zustande. Offenbar sind sie an das Vorhandensein sie umgebender Stützpunkte und Widerlager gebunden. Insofern sind sie unselbständiger als die *Apanteles*-Larven, die auch dann, wenn sie frei liegen, sich normal verspinnen können. Bedeckt man aber eine in der Petrischale liegende reife Larve von *Gelis* 71 mit etwas leicht gefeuchteter Watte, so produziert auch sie einen einwandfreien Kokon (s. S. 241). Er unterscheidet sich von dem normalen nur dadurch, daß er fest mit dem Glasboden verklebt und dort glasartig durchsichtig bleibt, ein Umstand, der das Studium der Metamorphose erleichtert.

Im fertigen Kokon kommen die Larven äußerlich allmählich zur Ruhe. Sie strecken sich, wobei erstaunlicherweise der Kopf wieder meist am apikalen Pol des Wirts, also entgegengesetzt zu dem Ende, an dem dessen Kadaverreste zusammengeschoben wurden, zu liegen kommt. In der Folge bewegen sich die Tiere nur noch, wenn sie gestört werden. Sie rüsten zum Abstoßen der Fäzes. Da sie während des ganzen larvalen Lebens nicht koten — der Mitteldarm bleibt wie wohl bei allen Aculeaten so lange gegen den Enddarm physiologisch geschlossen — haben sich die unverdaulichen Nahrungsreste im Magen gestapelt und enorm angehäuft. Erst jetzt öffnet sich der Verschluß, so daß der Unrat in einem Zuge abgestoßen werden kann. Dieser Vorgang kündigt sich einige Tage zuvor dadurch an, daß aus dem After ein wasserhelles Tröpfchen ausquillt und abgestoßen wird. Es scheint aber vorübergehend wieder eingezogen werden zu können. Vermutlich handelt es sich um ein allerdings sehr dünnflüssiges Schmiermittel, das die Darmwandung geschmeidig macht und den festen Kotteilen die Passage erleichtert. Ehe diese austreten, werden die Fäzes dehydriert, also eingedickt. Dabei schieben sie sich allmählich im 2.—5. Abdominalsegment zusammen. Gleichzeitig und infolgedessen dunkelt der Darminhalt. Beim Einstellen der Nahrungsaufnahme ist er meist noch rötlichgelb, seltener sogar noch zitronengelb. Nach und nach färbt er sich aber über gelbrot und rötlichbraun zu tief schokoladenbraun um. Nunmehr wird die Masse in ovoide Brocken aufgeteilt, die einzeln durch den Enddarm dem letzten, sich jetzt stärker als je zuvor entschachtelnden Abdominalsegment zuwandern. Wenn sie den After verlassen, haben sie dickbreiige Konsistenz. Flüssiger Kot ist ein Krankheitssymptom. Diese Brocken tragen eine dünne Schleimhülle, die ihnen feuchten Glanz verleiht. Jeder wird für sich abgestoßen, und die einzelnen Kotungsakte sind durch oft stundenlange Pausen voneinander getrennt. In der Regel ist der Darm aber 24 Stunden nach Beginn der Aktion geräumt. Zuweilen bleiben die Brocken untereinander durch einen dünnen Schleimfaden zu einer langen Kette verbunden. Der Kotungsakt selbst ist von starken peristaltischen Bewegungen begleitet, bei denen der Larvenkörper erneut in Rückwärtsbewegung geraten kann. Liegen die Tiere frei in der Schale, so entsteht auf diese Weise eine durch Intervalle von 1—2 mm aufgeteilte längere Kotschnur. Im Kokon werden die Fäzes aber zu einem flachen Kuchen am analen Pol zusammengeschoben und verkleben hier unter weiterem Einschrumpfen zu einer schwärzlichen Masse, die neben dem vom Wirtsrest gebildeten Komplex durch den Kokon durchschimmert. Die Zahl der den Kuchen bildenden Brocken schwankt — wohl im Verhältnis zu der aufgenommenen Nahrungsmenge — erheblich. Sie ist also im allgemeinen bei stattlichen Larven größer als bei kleinen, beträgt aber mindestens reichlich 1 Dutzend und kann bis auf 3 Dutzend steigen.

In einem Fall schritt eine Larve zur Verpuppung, o h n e vorher den Darm geleert zu haben. Im Hinterleib der Puppe schimmerte der braune Kot dann deutlich durch, diese war aber im übrigen normal. Erst als die Häutung zur Imago einsetzte, geriet das Tier in Schwierigkeiten, wohl weil der Enddarm unnatürlich aufgetrieben war und die Intima den After nicht passieren konnte. Dieser Aufgabe ist die Wespe nicht Herr geworden. Sie starb bald.

Sobald der Darm leer geworden ist, läßt sein Verlauf sich am lebenden Tier nicht mehr erkennen. Auch die Uratzellen schimmern dann kaum noch durch die Körperhaut durch. Die Larve ist jetzt einheitlich weißgelb. Bald aber setzen weitere Farb- und

Formveränderungen ein, die nun schon unverkennbar auf das Werden der Puppe hindeuten. So werden die Fazettenaugen sichtbar. Sie erscheinen auf der Grenze vom Pro- zum Mesothorax der Larve, womit gleichzeitig gesagt ist, daß der Larvenkopf nicht genügend Raum bietet, um den Puppenkopf ganz aufzunehmen. Zunächst sind die Augenanlagen gelbrot und halbmondförmig. Oft gelangen sie über diese Phase bis zum Freiwerden der Puppe nicht hinaus. Selten gewinnen sie bis dahin schon ein kräftiges Orangerot. Kaum später schnürt sich die Wespentaille ein. Damit hat das Tier dann etwa die in Abb. 17 festgehaltenen Konturen gewonnen. Seine Grundfarbe ist inzwischen etwas mehr nach gelb zu verschoben, und schließlich wird die Larve fast zitronengelb. Ein weiteres Zeichen, daß die Praenymphose zu Ende geht, ist ein leichtes Schrumpfen der Haut in den abdominalen Segmenten. Sie erfahren dabei eine feine, aber charakteristische Längsfältelung. Ist dieses Stadium erreicht, erfolgt bei Zimmertemperatur spätestens am nächsten Tag die Häutung zur Puppe.

Den Häutungsakt selbst haben wir nur einmal ganz beobachtet. Die Sutura metopica war damals gerade über dem Kopf aufgeplatzt, und der Spalt reichte bis in den Prothorax. Zunächst wurde dann die noch im Bereich des Larvenkopfes liegende Fühlerbasis frei. Starke peristaltische Bewegungen trieben allmählich den Puppenkörper vorwärts, wobei sich der Häutungsspalt schnell erweiterte und zunächst den ganzen Kopf mit seinen Anhängen, bald aber auch die thorakalen Extremitäten frei gab. Sie sind ebenso wie die Fühler zunächst noch schneckenförmig eingerollt. Erst während der Häutung werden sie gestreckt und in die endgültige Lage gebracht. Dabei machen sie den Eindruck gummiartig weicher, elastischer, ungegliederter Schläuche, die in allen Teilen und nicht etwa nur in den späteren Gelenken geknickt und gedreht werden können, um schließlich doch alle ihre vorbestimmte Form und Lage zu gewinnen. Für den Beschauer, der gewohnt ist, die Fühler und Beine der Insekten nur als stark skelettierte und mit Ausnahme der Artikulationen starre Gebilde zu sehen, ist das ein befremdliches, aber gleichzeitig fesselndes Bild. Während die Puppenhaut nach hinten gleitet und aus den Stigmen als silberweiße Fäden die Tracheenintima mitnimmt, werden mit den Extremitäten auch die sie tragenden Segmente und anschließend der Hinterleib frei. Zuletzt entledigt sich die Leibesspitze der Exuvie. Augenscheinlich macht dabei das Herausziehen der Enddarm-Intima gewisse Schwierigkeiten. Wir sahen die Tiere zuweilen in diesem Stadium der Häutung in wilde Erregung geraten. Dabei wurde die Afterpartie abwechselnd eingezogen und wieder stark vorgetrieben, wobei die beiden neben ihr gelegenen Cerci sichtbar wurden. Bei dem Tier, wo wir die Häutung von Anfang bis zu Ende verfolgten, wand dieses sich schließlich wie in Krämpfen. Nach 15 Minuten (18° C) wurde der Akt aber schließlich erfolgreich beendet. Die Puppe lag frei und kam allmählich zur Ruhe. Die zunächst noch stark entschachtelten Segmente wurden mehr und mehr kontrahiert, und es resultierte als Abschluß der in Abb. 21 festgehaltene Typ der fertigen Puppe. Die Larvenexuvie war inzwischen zu einem unscheinbaren orangegelben Häutchen von nur 0,25—0,35 mm Durchmesser am analen Kokonpol zusammengeschoben. Nur die wasserklar durchsichtig bleibende Kopfkapsel hob sich von ihr deutlich ab. Mit der Zeit wird die leere Haut zu einem gummiartig zähen Gebilde, das sich auch bei größter Vorsicht kaum wieder unverletzt entfalten läßt. Sie unterscheidet sich dadurch von der Puppenhaut.

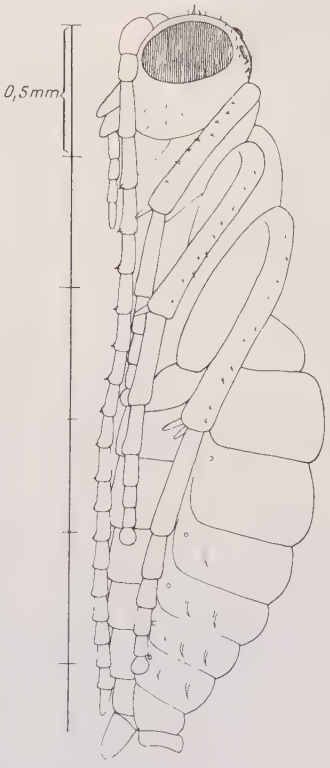


Abb. 21. Puppe von *Gelis* 71, Männchen. Von der Seite gesehen

In der Regel vergehen über der Praenymphose etwa 1—2 Wochen, wovon auf die Spinnperiode 1—2, auf die Ruhezeit vor der Kotung 3—7, auf diesen Akt selbst 1 und auf die letzte Phase bis zum Eintritt der Häutung nochmals 1—3 Tage entfallen. Aus den in Tab. 3 zusammengestellten Daten ist aber ersichtlich, daß dabei im einzelnen

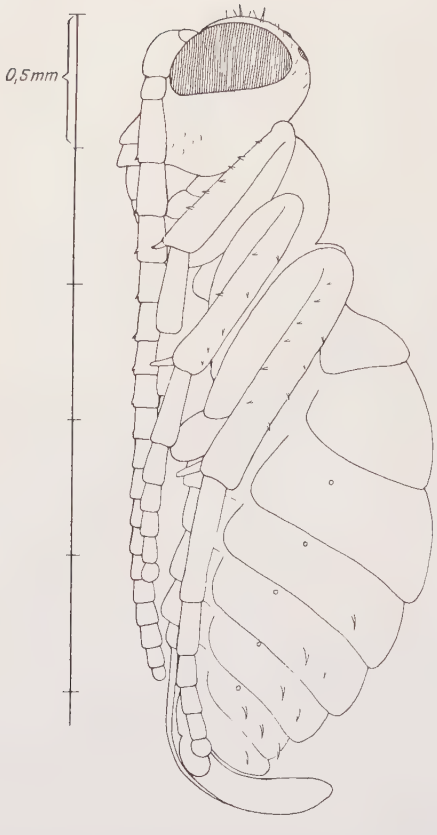


Abb. 22. Puppe von *Gelis* 71, Weibchen. Von der Seite gesehen

starke Verschiebungen vorkommen, und daß sich die Vorbereitung zur Verpuppung u. U. selbst bei Zimmertemperatur wochenlang und monatelang hinziehen kann. Bei der Reife von kühlem Wetter überraschte Larven scheinen sogar als solche überwintern zu können. Sie verpuppen sich dann erst im Frühjahr.

Die Puppe wiederholt gestaltlich den allen *Gelis*-Arten eigentümlichen Typ. Es ist der gleiche wie bei *Hemiteles*. Wir haben ihn unlängst für *H. similimus sulcatus* eingehend beschrieben (erscheint in Z. ang. Entom.). Ein gewisser Genus-spezifischer Zug liegt in der Flügellosigkeit und der dementsprechend schwächlichen Entwicklung der dorsalen Thoraxpartien, letzteres besonders beim Weibchen. Eigentümlich sind gewisse Unterschiede in der Färbung der Tiere. Die Körperdecke ist an sich farblos, die durchscheinenden Organe lassen sie aber in der Regel weißgelb erscheinen. Es gibt jedoch Puppen, die schon sofort nach Abstreifen der Larvenhaut ausgesprochen zitronengelb sind, und andere, die fast rein weiß bleiben. Die Ursache blieb ungeklärt.

Die Körperlänge schwankt erheblich. Es kommen Zwerge von kaum 2 mm und Riesen von 4,3 mm Länge vor. Das Durchschnittsmaß liegt zwischen $3\frac{1}{2}$ und 4 mm.

Von artspezifischer Bedeutung sind Hautskulpturen und Beborstung.

Die Hautskulpturen bedecken den Körper fast in seiner ganzen Ausdehnung in Form winziger, z. T. nur $1\frac{1}{2}$—3 μ hoher, mehr oder minder spitzer, pyramidenförmiger Höcker. Im Bereich des Thorax erreichen selbst die kleinsten mit bis zu 5 μ Höhe etwas größere Dimensionen, und an den Extremitätenscheiden sind einige viel stattlicher. Vor allem an den Fühlern und an den Beinen stehen zwischen den zahllosen kleinen Höckern einige größere Intumeszenzen. Sie erreichen am 1. Geißelglied und an den Tibien bis zu 23 μ Höhe und erscheinen dort als kräftige, buckelständige Borsten (Abb. 21, 22, 24). Distalwärts nimmt die Größe der Dornen ab, und schließlich schwinden sie ganz, wenigstens an den Fühlern. Die Tibien sind in ihrer ganzen Länge weitläufig bestachelt (Abb. 21, 22). Als echte Haare sind diese Bildungen wohl nicht anzusprechen. Sie gehen nämlich ohne Gelenk kontinuierlich in die Körperdecke über und scheinen nur aus Kutikularsubstanz zu bestehen. Auch ist es zweifelhaft, ob sie zu spezifischen Hypodermiszellen in Verbindung stehen.

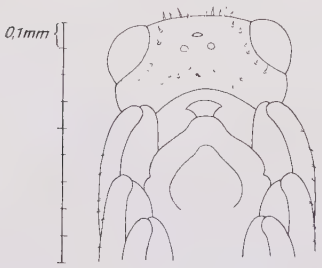


Abb. 23. Vorderkörper einer Puppe von *Gelis* 71 vom Rücken aus gesehen, Männchen

Eher als echte Haare in morphologischem Sinne in Betracht kommen gewisse Organe am Kopf der Puppe und an den letzten Hinterleibsringen. Sie sind sehr groß und schon dadurch augenfällig, außerdem aber im Unterschied zur übrigen Kutikula schwach gebräunt. Letzteres gilt wenigstens für die größten unter ihnen.

Am Kopf begleitet ein halbes bis ein Dutzend besonders stattlicher, nicht ganz regelmäßig gestellter und im Bogen gereihter Borsten den inneren Augenrand (Abb. 23, 24 A). Etwa fünf weitere stehen auf den Wangen, 6—8 noch winzigere mehr dem Hinterhaupt zu auf dem Scheitel und schließlich noch 6—8,

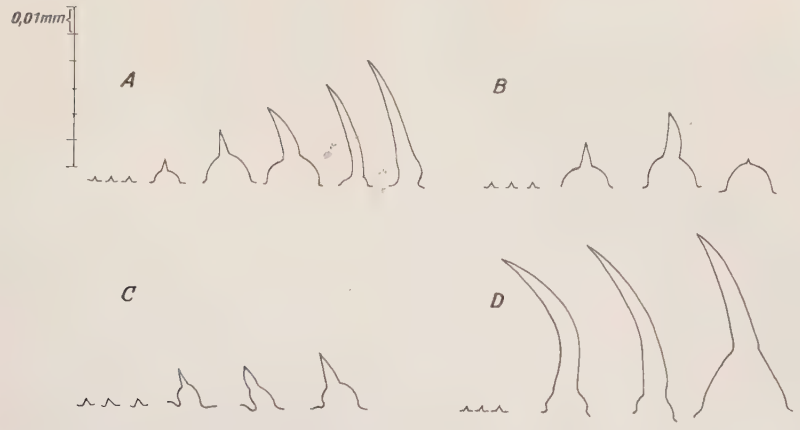


Abb. 24. Typen der kleinen Hautskulpturen (links) und der größeren, borstenartigen Differenzierungen (rechts) der Körperdecke bei der Puppe von *Gelis* 71. — A = von der Kopfkapsel, B = von den Antennen, C = von der Tibia des Mittelbeins, D = vom Hinterleib

darunter ein paar ganz große, vorn am Clypeus. Die Oberlippe bleibt frei. Die größten Borsten sind 50—60 μ lang und schlank sichelförmig, die kleineren gehen bis zu 5 μ herunter. Sie sind gedrungener gebaut, wenig oder gar nicht gekrümmt und stehen auf rundlichen Hügeln, auf denen sie im Extrem nur als aufgesetzte winzige Dörnchen wirken.

Im Abdomen (Abb. 21, 22) sind die Borsten auf die 4 letzten stigmentragenden Segmente verteilt. Sie stehen dorsal zu 1 bis höchstens 3 querüber gereiht jederseits der Mittellinie und rücken seitlich nicht über die Stigmenlinie hinaus. Ihre Zahl schwankt im übrigen von Individuum zu Individuum erheblich. Durchschnittlich zählten wir 1—1½ Dutzend und maximal 20 Stück. Sie können aber in Ausnahmefällen auch bis auf ½ Dutzend absinken, und in einem Fall fanden wir insgesamt nur 4. Alle Borsten sind ausgesprochen schlank und sichelförmig gekrümmt (Abb. 24 D). Die größten messen bis 80 μ.

Anders als die Larve besitzt die Puppe 10 Stigmenpaare, von denen zwei — nach Seurat (1899 S. 129—130) drei — auf den Thorax, die restlichen auf das Abdomen entfallen. Das erste thorakale Stigma liegt hart vor der Vorderflügelwurzel. Außerdem ist noch ein zweites, hart vor der Hinterflügelwurzel zu suchendes Paar vorhanden. Es scheint aber bei der Puppe noch fast oder ganz geschlossen zu sein und kam uns nur einmal zu Gesicht, als ein Männchen zur Imago häutete. Dabei zog es wie aus den mesothorakalen Stigmen aus zwei homolog gelegenen metathorakalen Ansatzpunkten eine Tracheenintima heraus. Der Eingang zu den offenen Stigmen (Abb. 25) ist ziemlich weit, er mißt etwa 15—20 µ, die sich unter ihr weitende Stigmengrube sogar 40 µ. Die Atemöffnungen sind also verhältnismäßig leicht auffindbar, besonders unmittelbar nachdem die Puppe sich von der Larvenhaut freigemacht hat. In der Färbung unterscheiden sich die Stigmenränder aber nicht von der Umgebung.

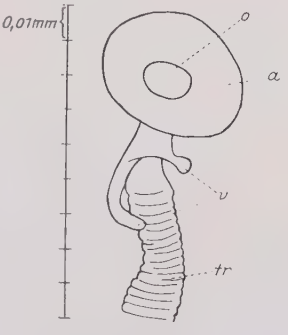


Abb. 25. Abdominales Stigma o nebst Stigmengrube a, Verschlußbügeln v und Beginn der Trachee (tr) bei der Puppe von *Gelis* 71. Nach einer Puppenexuvie

Dem Geschlecht nach sind die Puppen leicht an der Gestalt der Hinterleibsanhänge zu unterscheiden. Die Weibchen (Abb. 22) sind an der dorsal zurückgeschlagenen Legescheide und an den relativ kürzeren, das letzte Segment nicht erreichenden Fühlern sowie an dem schwächer ausgebildeten Thorax kenntlich, die Männchen (Abb. 21) an den als kurze Stümpfe erscheinenden Parameren und an den langen, sie erreichenden Fühlern.

Über die Biologie der Puppe ist wenig zu sagen. Wie bei allen Holometabola ist sie lokomotorisch weitgehend inaktiv, als typische Pupa libera aber immerhin fähig, gereizt mit der Hinterleibsspitze kreisende Bewegungen auszuführen.

Der Reifungszustand ist an Farbveränderungen meßbar. Sie betreffen aber weniger die Puppe selbst

als die sich unter ihrer unverändert bleibenden Körperdecke anlegenden kutikularen Elemente der Imago und deren Augen. (Zur Berechnung des Puppenalters s. Tab. 4.)

Tabelle 4

Umfärbung einer Puppe von *Gelis* 71 bei 16°

1.	Tag.	Puppe weißgelb. Fazettenaugen schmale, organgegelbe, nach vorn und zur Mitte hin offene Sicheln.
2.	„	Grundfarbe wie vor. Fazettenaugen breiter, gelbrot.
3.	„	„ „ „ Fazettenaugen breiter, rotbraun.
4.	„	„ „ „ Die Fazettenaugen nähern sich der Linsenform, rotbraun. Ozellen gelbrot.
5.	„	„ „ „ Fazettenaugen braunrot. Ozellen lichtbraun. Mandibelspitzen leicht gebräunt.
6.	„	„ „ „ Fazettenaugen dunkelbraun. Ozellen rotbraun. Mandibelspitzen braun. Kopfkapsel lichtgrau angeflogen.
7.	„	„ „ „ Fazettenaugen stärker gedunkelt. Ozellen braun. Mandibelspitzen dunkelbraun. Kopfkapsel grau. Mesosternum schmutzig grau; später auch die Coxen grau angeflogen.
8.	„	Körper ausgedehnter grau, so der Thorax auch dorsal und am Abdomen. Sternite schwach grau gesprenkelt. An den Beinen hat die Tönung auf die Femora übergegriffen.
9.	„	Auch die Tergite lichtgrau, die Sternalplatten stärker gedunkelt. Bei den Fühlern die basalen Glieder dunkel angeflogen, ebenso die Tibien, beim Männchen auch die Parameren. Augen schwarzgrau.
10.	„	Rumpf fertig ausgefärbt. An den Fühlern sind die Basalglieder gedunkelt, die distalen Glieder lichtgrau geworden, ebenso beim Weibchen die Spitze der Legescheide.
11.	„	Alle Segmente genähert ausgefärbt, desgleichen die Extremitäten; nur die Taster, die Tarsen und die Analpartie noch unpigmentiert.
12.	„	Die Ausfärbung ist beendet. Das Tier schreitet zur Häutung.

Mit vorstehender Tabelle ist gleichzeitig gesagt, daß die Puppe bei Zimmertemperatur reichlich 1—1½ Wochen zur Reifung benötigt. In der wärmsten Jahreszeit kommt sie wohl mit knapp 1 Woche aus. Im Thermostaten schlüpften die Vollkerfe bei 29° nach 4—5 Tagen. Bei kühlem Wetter liegen sie entsprechend länger, so bei 16° bis zu 2 Wochen. Weitere Daten bringt Tab. 3.

Die Häutung zur Imago, der für alle Holometabola schwierigste Akt, bedeutet auch hier eine kritische Phase, kostet aber dank des Fehlens der Flügel verhältnismäßig wenig Opfer, unserer Erfahrung nach z. B. weniger als bei den flugfähigen *Hemiteles*-Arten, also bei den nächsten Verwandten. Wir haben von *Gelis* 71 mehrere Hundert Exemplare aufgezogen und beim letzten Akt der Verwandlung nur 1 Individuum verloren.

Die nahende Häutung kündigt sich durch Schrumpfungs- oder, richtiger gesagt, durch Faltungserscheinungen der Puppenhaut an. Dabei fällt diese z. B. auf dem Thoraxrücken interessanterweise gefeldert so zusammen, daß vorübergehend auch Area superomedia und Area petiolaris, also das Mittelsegment, sichtbar zu werden scheinen. Wenig später tritt die Häutungsflüssigkeit aus, meist so reichlich, daß das ganze Tier in fettige Nässe getaucht ist. Bald setzen dann auch Bewegungen ein. Sie beginnen mit leichten Kontraktionen und Dilatationen, welche die Leibesflüssigkeit und infolgedessen auch den Kopf etwas vortreiben, um ihn bei Nachlassen des Drucks wieder zurücktreten zu lassen. Wenig später verlieren auch die Extremitäten ihre Starre. Hier zuckt ein Bein, dort ein Taster oder eine Mandibel, und schließlich rühren sich auch die Fühler. Jede Insektenhäutung liefert ein fesselndes Bild, keine aber bietet dem Auge soviel der Reize wie die Verwandlung einer Puppe in die Imago. Während sonst die Prozesse der Formwandlung sich bei den Insekten zu langsam vollziehen, um unmittelbar wahrgenommen werden zu können, geraten sie bei den Häutungen unvermittelt in ein Zeitraffertempo. Die Phasen folgen sich dabei schließlich schneller, als daß der Blick sie alle erfassen kann. Bei der Häutung der Puppe zur Imago kommt hinzu, daß hier die Fesseln, welche bis dahin den Organismus in totenähnlicher Starre hielten, fallen. Das Leben beginnt sich zu regen, und führt schließlich zu Äußerungen, bei denen das Tier sich in höchster Exstase befindet und in Stellungen und Lagen gerät, die sonst während seines ganzen Daseins nicht vorkommen. So auch unser Objekt. Der Höhepunkt ist unmittelbar vor dem Platzen der Exuvie erreicht. Alsdann ist der Rücken so kräftig aufgebuckelt,

daß die vorhin erwähnten dorsalen Hautfalten im Thorax wieder verstreichen. Straff gespannt zieht die Haut hoch über dem Hinterrücken vom Petiolus zum Mesothorax. Der Kopf wird von Zeit zu Zeit so scharf abwärts gebogen, daß die sonst unsichtbare Halspartie in ihrer ganzen Ausdehnung freiliegt. Gleichzeitig werden die Beinbewegungen energischer und schließlich zu einem regelrechten Gestrampel. Endlich platzt die Sutura metopica über Kopf und Thorax, und die Imago arbeitet sich dann verhältnismäßig schnell unter Mithilfe der Extremitäten aus dem breit klaffenden Spalt hervor. Dabei dauern die Bewegungen der Extremitäten und das Strecken und Beugen des Körpers, an dem sich nunmehr auch das Abdomen beteiligt, weiter an. Besonders lohnt sich die Betrachtung der thorakalen Partien. Während deren Abschnitte später starr miteinander verbunden sind, sind die exoskelettalen Teile jetzt noch an den Segmentgrenzen und z. T. darüber hinaus gegeneinander verschiebbar. Die morphologischen Verhältnisse werden also ungewöhnlich deutlich. Schließlich gleitet die alte Haut ganz nach hinten. Sie nimmt dabei wieder aus dem Vorder- und Enddarm die Intima mit, und das gleiche gilt für die Intima der Tracheen, die sie als silberweise Bänder hinter sich her zieht. Der aus den Atemlöchern des Mesothorax austretende Faden hat fast 2 mm Länge erreicht, ehe er die Verbindung mit dem alten Stigma verliert. In einem Fall sahen wir, wie oben gesagt, auch aus dem ersten, jetzt nach hinten in den Mesothorax gerückten Stigma, sondern auch aus dem zweiten thorakalen Stigmenpaar den Intimafaden herausgleiten. Bei der Imago dürfte dieses zweite Stigmenpaar dauernd funktionstüchtig bleiben. Es bedarf wohl nicht der Versicherung, daß die vorstehenden Mitteilungen über das zweite thorakale Stigma nicht etwa auf das morphologisch zum Abdomen gehörige Stigmenpaar des Hinterrückens zu beziehen sind.

Von den Extremitäten werden zuerst die Mandibeln und die Taster, dann die Beine in ihrer natürlichen Folge und schließlich auch die Fühler frei. Ganz zuletzt folgen die Genitalanhänge des Hinterleibs und die anale Partie selbst.

Insgesamt vergingen über den Häutungsakt bei etwa 15° ¾ Stunden.

Die frisch gehäutete Imago ist zunächst so schlapp, daß sie platt auf dem Bauch liegen bleibt. Die Beine versagen noch den Dienst und liegen daher auch flach dem Boden auf. Die Fühler sind noch nicht nach vorn und aufwärts geschwungen, sondern, soweit der Raum reicht, seitlich ausgestreckt oder nach hinten gerichtet. So verharrt das Tier stundenlang, bei kühlem Wetter wohl einen ganzen Tag. Normalerweise ruht es im Kokon auch noch 1—2 Tage länger und ausnahmsweise selbst bei Zimmertemperatur bis zu 5 Tagen. Es rüstet erst zum Aufbruch, wenn es seine Glieder beherrschen kann.

Dabei wird zunächst der Eigen- und dann der Wirtskokon aufgeknabbert. Die sichelförmigen Späne des letzteren bleiben im Gehäuse zurück. Sie werden meist zum analen Pol geschoben, wo sie dann mit der gelblichen Larven- und der weißlichen, zarteren, zu einem Flöckchen von etwa 0,7 mm Durchmesser zusammengeballten Puppenhaut und dem Larvenkot einen lockeren Haufen Detritus bilden.

Die Schlüpföffnung liegt meist oder immer subpolar. Sie erscheint als etwa kreisrundes Loch mit gezackten Rändern und hält knapp 1 mm im Durchmesser.

Eine der ersten Handlungen der frei gewordenen Wespe ist das Ausräumen der vor und während der Nymphose angesammelten Abbauprodukte aus dem Darm und seinen Anhängen. Sie werden in Form von 1 oder 2 milchweißen Tröpfchen entleert, dürften also zum guten Teil aus Ausscheidungen der Malpighischen Gefäße, also aus Harn bestehen. Erst mit dem Abstoßen dieses Ballasts ist die Metamorphose endgültig beendet.

Die im Kokon zurückbleibenden Reste (s. a. Blunck 1951, S. 43) erlauben später, bei geeigneter Konservierung noch nach Jahr und Tag, Schlüsse auf die Natur des ehemaligen Insassen. So ergibt sich schon aus der Form der Nagespäne ohne weiteres, ob es sich um eine Ichneumonide gehandelt hat. Die Chalcididen hinterlassen ein Genagsel, dessen Elemente nicht sichelförmig, sondern rundlich sind. Überdies sind auch deren Kotreste und die Exuvien anders gestaltet. Die Zehrwespen falten ihre Puppenhäute nicht nach Art abgestreifter Hemden zu gestaltlosen Gebilden zusammen, die Exuvien bewahren vielmehr auch weiterhin die Form ihres Trägers. Sie platzen zwar in einigen Nähten auf, die Bruchstücke behalten aber zum mindesten bei Kopf und Thorax starr ihre plastische Prägung. Man könnte sie, um den Vergleich fortzusetzen, mit abgelegten Teilen einer Ritterrüstung vergleichen. Die Chalcididen machen also auch in dieser Beziehung ihrem deutschen Namen „Erzwespen" Ehre.

Die Bestimmung der abgewanderten Kokoninsassen läßt sich sogar noch ein Stück weiter führen. So erlauben die Differenzierungen der Larven- und Puppenhaut Schlüsse, ob es sich um einen Vertreter der *Hemiteles*-Verwandtschaft gehandelt hat. Und

wenn die Puppenexuvie auf Wasser gelegt und mit der Nadel zur Entfaltung gebracht wird, läßt sich aus der Flügellosigkeit sogar mit einiger Sicherheit auf *Gelis*, ferner aus der Form der Genitalanhänge schließen, ob es sich um ein Männchen oder um ein Weibchen gehandelt hat. Ob sich die Differentialdiagnose bis zur Spezies treiben läßt, muß dahingestellt bleiben, so lange es an Material über die anderen bei *Apanteles*-Arten parasitierenden Spezies aus dieser Verwandtschaft fehlt. Ausgeschlossen ist die Möglichkeit zu diesem letzten Schritt nicht. Die kutikularen Differenzierungen der Larven- und mehr noch die der Puppenhaut könnten dazu Handhaben liefern. Auch wenn sich soweit nicht kommen läßt, wird das Erreichbare jedem erstaunlich scheinen, der da weiß, wie schwierig es selbst dann ist, bei der Determinierung von Ichneumoniden zum Ziel zu kommen, wenn die Wespe selbst vorliegt und nicht nur deren kümmerliche, im verlassenen Haus zurückbleibende Visitenkarte wie hier.

G. Entwicklungsdauer und Zahl der Generationen

Die Entwicklungsgeschwindigkeit ist natürlich wie bei allen wechselwarmen Tieren auch hier eine Funktion der Temperatur. Sie erreicht um 30° C das Maximum. Die gesamte Metamorphose nimmt dann einschließlich der Embryonalentwicklung zuweilen nur 9 und im Maximum 13—14 Tage (s. S. 255) in Anspruch. Schon bei 33° ist das Optimum überschritten. Die Tiere absolvieren zwar noch die Embryogenese und die ersten Stadien der larvalen Entwicklung in etwa der gleichen Zeit wie bei 30°, bleiben dann aber zurück und kommen nicht mehr zur Verpuppung. Bei unserem Material unterblieben sogar schon Spinnfähigkeit und Kotabgabe. Das war auch dann der Fall, wenn für hinreichend feuchte Luft im Zuchtgefäßt gesorgt war. Bei 21° dauerte die Gesamtentwicklung mindestens 18, bei 20½° mindestens 19—20 und bei 19½° mindestens 22 Tage.

Bei kühlem Wetter erfährt die Metamorphose eine Verlängerung. Sie dauert nun Wochen und Monate, und es wurde schon gesagt, daß die Tiere dann wohl im Larvenzustand überwintern (s. S. 258). Für erst im Herbst reifende Altlarven dürfte das die Regel bilden. Bei Zimmertemperatur braucht *Gelis* 71 3—4 Wochen, um vom Eistadium bis zum Vollkerf zu kommen. Bei 11—13° vergingen über der Embryonalentwicklung 4—6 Tage und über der Fraßzeit reichlich 2 Wochen. Weitere Einzelheiten ergeben sich aus Tab. 3 (s. a. BLUNCK 1951, S. 43). Vorkommende, der Wärmesummenregel scheinbar widersprechende Diskrepanzen in Form übernormaler Entwicklungszeiten erklären sich aus ungünstigen Zuständen der Nahrung und anderen hemmenden und schädigenden Einflüssen. Bei unseren frei, d. h. außerhalb des Kokons aufgezogenen Versuchstieren wirkte sich auch die Neigung, von der Beute zeitweilig abzuwandern, und infolgedessen hungern zu müssen, in diesem Sinne aus. Solche Störungen können die Metamorphose schon bei Zimmertemperatur um Wochen und Monate verlängern. So brauchten 2 Individuen von der Eiablage bis zum Schlüpfen der Imago rund 80 Tage. Meist wirken sich Störungseinflüsse, die die Tiere während der Fraßzeit treffen, weniger auf letztere als auf die anschließende Scheinruhe vor der Verpuppung aus. Gleichaltrige Individuen können auch bei gleicher Temperatur aus diesen Gründen zu unterschiedlicher Zeit die Entwicklung beenden. Daß stärker unterernährte Larven überhaupt nicht zur Verwandlung kommen, aber nach scheinbarem Erreichen der Reife noch wochen- und monatelang leben, ohne dann die Nahrungsaufnahme wieder aufnehmen zu können, wurde schon wiederholt erwähnt (s. S. 230 u. 249). Zwei Larven gingen unter solchen Umständen erst rund 100 Tage nach dem Abwandern vom Wirt zugrunde.

Mit einer durchschnittlichen Entwicklungsdauer von 3—5 Wochen bei Zimmertemperatur hält sich *Gelis* 71 im gleichen Rahmen wie andere Arten der gleichen Gattung. Das gilt z. B. auch für *G. instabilis* Först., die nach Martelli (1907) im April/Mai 26 Tage zum Absolvieren der Metamorphose benötigt (nach Faure 1926, S. 158). In unserer Mitteilung über die Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris rapae* L. (1951 S. 43) haben wir diese Angabe irrtümlich auf *G. nigritus* Först. bezogen.

Die Zahl der Generationen ist nicht fixiert. Sie hängt von der Temperatur, also vom Klima des Wohnbezirks ab. Vielleicht liegt sie ebenso hoch wie bei *Ap. glomeratus*. Es ergibt sich das aus einem Vergleich der durchschnittlichen Entwicklungszeit beider Arten. Diese beträgt bei Zimmertemperatur bei *Gelis* 71 wie gesagt 3—4 Wochen, bei *Ap. glomeratus* im Sommer nach Faure (1926 S. 48) 23—28 Tage. *Gelis* 71 mag es also in Warmgebieten bis auf ½ Dutzend, wenn nicht auf noch mehr Generationen bringen. Bei uns zu Lande liegt deren Zahl aber wohl etwa um 3 und 4.

H. Krankheiten und Feinde

Angesichts der Häufigkeit ihrer Wirte, der Fruchtbarkeit der Weibchen und des relativ umkomplizierten Entwicklungsgangs sollte man erwarten, daß *Gelis* 71 zu einem der gemeinsten Parasiten von *Ap. glomeratus* gehört. Das ist aber, wie aus S. 223 hervorgeht, keineswegs der Fall. Es müssen also machtvolle, die Vermehrung begrenzende Einflüsse am Werk sein. Vor der Hand wissen wir über diese nur herzlich wenig. Spezifische Krankheiten und Feinde sind noch nicht bekannt geworden. Die größten Abgänge dürften in die Zeit der Embryonalentwicklung und in die ersten Tage der larvalen Periode fallen. Wie auf S. 238 ausgeführt wurde, kommen viele Larven nicht zum Schlüpfen, weil die Eier entweder schon durch die Weibchen bei und nach der Ablage beschädigt oder, bei Mehrfachbelegung, später von konkurrierenden Larven ausgeschaltet werden. Für überzählige junge Larven gilt das gleiche (s. S. 252). Weitere Verluste während der Metamorphose sind selten oder doch unspezifisch. Daß im besonderen nur relativ wenig Individuen bei den Häutungen scheitern, wurde schon erwähnt. Während wir bei Braconiden (*Ap. glomeratus!*) und bei anderen Ichneumoniden, so auch bei den geflügelten *Hemiteles*-Arten, dabei erhebliche Abgänge hatten, verloren wir gegenüber Hunderten von Fällen geglückter Aufzucht nur je 1 Individuum beim Schlüpfen aus dem Ei, bei einer Larvenhäutung, bei der Häutung zur Puppe und bei der Häutung zur Imago (s. S. 260). Eine weitere Wespe brachte zwar die Häutung hinter sich, versagte dann aber beim Aufknabbern des Kokons. Bei *Ap. glomeratus* scheiterten auch gerade bei dieser Aufgabe viele Stücke. Dieser Unterschied ist besonders merkwürdig, weil die Braconide ja nur den vorgebildeten Deckel ihres eigenen Kokons abzusprengen hat, während die Parasiten zunächst ihren Kokon und dann den des Wirts mühsam aufknabbern müssen. Natürlich fallen die parasitierten *Apanteles*-Kokons aber im gleichen Ausmaß räuberischem Getier zum Opfer, wie solche, die gesunde Wirtsbrut enthalten (Blunck 1920, S. 182—184; 1944, S. 465 ff). Solche Abgänge können vor allem über Winter, wenn die Meisen, Baumläufer und Kleiber die Bäume, Sträuche und Zäune, also die natürlichen Ruhestätten der Braconide auf Nahrung absuchen, stark ins Gewicht fallen.

Eine frei in der Petrischale liegende, schon fast reife männliche Puppe ging unter Milben-Befall ein. Es handelte sich dabei anscheinend um dieselbe weiße Spezies von *Tyrophagus* Ouds., die gelegentlich auch ebenso untergebrachte *Hemiteles*- und *Apanteles*-Larven und *Pieris*-Brut heimsuchte, sich dabei aber im allgemeinen an krankes oder totes Material hielt. Einige Stücke solcher Art wurden von Herrn Dr. F. ZACHER als vielleicht auf *T. humerosus* Ouds. zu beziehen gedeutet.

Infektiöse Krankheiten beobachteten wir selten. Nur 3 Fälle mit Bakterienverdacht, 2 Fälle mit Pilzinfektion und 1 Protozoonose kamen uns zu Gesicht.

Die Bakteriosen betrafen 1 Weibchen und 2 Männchen. Bei den letzteren war die Leibeshöhle von Spaltpilzen überschwemmt. Sie waren in diese aber vielleicht erst bei der Sektion des Tieres infolge Zerreißens der Wandung aus dem Darm hineingelangt. Das eine der Tiere war im Alter von etwa einer Woche, also vorzeitig eingegangen. Spezifischer war der Befund bei dem Weibchen. Dieses starb 5 Tage nach dem Schlüpfen, und die Sektion ergab dann, daß die Vasa Malpighi durch augenscheinlich eigenbewegliche, sehr kleine, nämlich nur 1 μ lange Stäbchen verstopft waren, von denen sich viele in Teilung befanden. Offenbar die gleichen Organismen trafen wir in der Bursa copulatrix und in den Ovidukten an. Die übrigen Organe waren, von auffälliger Magerkeit des Tieres abgesehen, normal. Auf weitere Wespen der gleichen Kultur hatte der Befall nicht übergegriffen, er dürfte aber pathogener Natur gewesen sein.

Der erste Pilzbefall betraf ein 23 Tage nach dem Schlupf unter Durchbrechen weißer Konidienträger vom *Aspergillus*-Typ an der Fühlerbasis sterbendes Männchen. Bei dem zweiten Fall ging ein 67 Tage alt gewordenes Männchen plötzlich ein, ohne daß die Todesursache äußerlich erkennbar war. Bei der Sektion zeigte sich aber, daß alle abdominalen Weichteile durch gekammerte Pilzhyphen von etwa 3 μ Durchmesser zu einer festen, weißen Masse verfilzt waren. Nach den freien Enden zu verjüngten sich die Hyphen auf $1\frac{1}{2}$ μ. Zur Sporenbildung kam der Pilz nicht mehr, womit die Möglichkeiten zur Determinierung entfielen.

Ungeklärt blieb das sich unter eigentümlichen Umständen vollziehende Absterben zweier unreifer Larven. In beiden Fällen gingen diese unter Bräunung des Körpers, die von den hinteren Partien des Abdomens ausging, und unter Produktion von flüssigem Kot mit schließlichem Zerfließen des ganzen Abdomens zugrunde. Merkwürdigerweise ließen sich keine Bakterien oder andere Mikroorganismen nachweisen, die für diese Erscheinungen hätten verantwortlich gemacht werden können. Nicht ausgeschlossen ist es, daß es sich um eine Virose gehandelt hat. Mit Zerfließen des Körpers verbundener Befall solcher Art ist ja auch schon für *P. brassicae* nachgewiesen, könnte also auf seine Hyperparasiten übergegangen sein. Ein Infektionsversuch bei einer gesunden Larve von *Gelis* 71 mißlang aber.

Beim Befall durch Protozoen handelte es sich um die gleichen Mikrosporidien, die wir zuerst bei *Hemiteles*-Arten, dann aber auch bei *Tetrastichus rapo, Apanteles*-Larven, bei *P. brassicae* und bei *P. rapae* getroffen und bei anderer Gelegenheit (BLUNCK 1951, S. 43—44 u. 9. Intern. Entom. Kongreß Amsterdam 22. 8. 51) schon kurz erwähnt haben. Sie traten bei unseren Kulturen von *Gelis* 71 bislang nur dreimal, davon zweimal bei einem Versuch zur künstlichen Infektion auf.

In dem ersten Fall war eine am 11. 3. 51 geschlüpfte LI in einen Kokon von *Ap. glomeratus* aus einer Kultur transplantiert worden, in der vorher befallene *Pieris*- sowie *Apanteles*-Individuen gehalten und letztere praktisch alle von diesen Organismen befallen gewesen waren. Der Kokon enthielt eine erwachsene Altlarve, auf deren Kosten sich die Larve von *Gelis* 71 dann entwickelte. Ihre Metamorphose verlief ungestört und innerhalb der normalen Zeit. Am 17. 3. war die Larve erwachsen, spann am 19. 3 ihren Kokon, kotete am 20. 3., verpuppte sich am 22. 3. und lieferte am 3. 4. ein Männchen, bei dem nichts Auffälliges bemerkt wurde.

Es verblieb in seiner Petrischale und lebte bis zum 7. 5., erreichte also das Durchschnittsalter. Es gehörte allerdings zu den dunkelsten, in der Färbung nicht von *P. instabilis* Först. zu unterscheidenden Stücken, die uns zu Gesicht gekommen sind. Bei der Präparation ergab sich starker Besatz mit den kurzstäbchenförmigen Mikrosporidien-Sporen (Abb. 26) von 4—5 μ Länge und $1\frac{1}{2}$ μ Durchmesser, auf die wir auch bei den vorgenannten Insekten (s. oben) gestoßen waren.

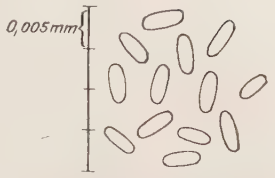


Abb. 26. Sporen einer Nosematide aus dem Abdomen eines Männchens von *Gelis* 71

Der 2. Fall war ähnlich gelagert. Bei diesem war ein zwischen dem 4. und 5. 3. gelegtes Ei von *Gelis* 71 in einen Kokon aus derselben *Apanteles*-Kultur (50/711d) wie beim erstenmal eingeführt und hatte am 7. 3. die Larve geliefert. Diese hatte am 15. 3. den Wirt verzehrt, sich dann verpuppt und am 6. 4 eine männliche Imago ergeben (Temperatur 14—17—23°), die am 16. 4., also vorzeitig, starb. Wieder waren die Organe mit Ausnahme der immer verschont bleibenden Muskulatur stark mit Mikrosporidien des beschriebenen Typs besetzt.

Der 3. Fall kam am 25. 6. 51 zur Beobachtung. Ein am 9. 6. geschlüpftes Weibchen von *Gelis* 71, das schon am gleichen Tage begattet war, legte spätestens vom 17. 6. ab. Es produzierte bis zum 25. 6. insgesamt 18 Eier und ging dann ein. Die Präparation ergab überaus starken Besatz mit Sporen des in Abb. 26 festgehaltenen Stäbchentyps. Auf diese Sporen entfiel mindestens $^1/_3$ der Gesamtmasse der abdominalen Weichteile. Am schwersten heimgesucht waren das Mitteldarmepithel und der Fettkörper, in letzterem vor allem die mit Ausnahme der Zellmembran ganz aus Sporen bestehenden Uratzellen. Im Bauchmark waren nicht nur die Ganglien, sondern auch die Kommissuren und die Nervenstränge 2. Ordnung verseucht. Befallfreie Zonen wechselten mit solchen, in denen die Sporen so massiert lagen, daß sie die Nerven wulstig auftrieben. Die Ovarien, welche noch 1 zur Ablage reifes Ei und mehrere unreife Keime führten, waren befallfrei, ebenso die Bursa copulatrix und die Schmierdüse, vielleicht auch die Vasa Malpighi, in denen aber einzelne Zellen viele stark lichtbrechende, möglicherweise als Stadien der Sporogonie anzusprechende Granula führten. Das Zustandekommen der Infektion blieb unklar. Der frühe Tod des Tieres dürfte durch die Infektion bewirkt sein.

Es handelt sich in allen 3 Fällen um Nosematiden, und zwar wohl um eine oder mehrere *Nosema*-Arten, vielleicht um eine der 3 von Paillot (Lit. bei Bluncк 1951, S. 53) für *P. brassicae* beschriebenen, aber auf *Perezia* (syn. *Glugea*) bezogenen Arten. Der Kreis der bekannten Wirte unserer Spezies hat damit erneut eine Erweiterung erfahren. Darin liegt ein Reiz zur weiteren Beschäftigung mit dem Objekt. Polyphage Mikrosporidien sind erst wenige bekannt geworden, und solche aus der Familie der Nosematiden u. Ws. überhaupt noch nicht. Das gleichzeitige Schmarotzen einer weiteren Art bei Lepidopteren und Hymenopteren ist aber im Hinblick auf *Nosema apii* und *N. bombycis* interessant.

Versuche, die Infektion auch dadurch auszulösen, daß wir Larven von *Gelis* 71 frei auf ihrem dem Kokon entnommenen Wirt *(Ap. glomeratus)* in einer Petrischale aufzogen, in der vorher Mikrosporidien-haltige Kadaver von *P. brassicae* gelegen hatten, scheinen durchweg mißlungen zu

sein. In den drei so behandelten Fällen kamen zeitgerecht Männchen von *Gelis* 71 zum Schlüpfen, die in ihrem Verhalten keinerlei Zeichen von Befall gaben. Das allein besagt allerdings wenig, da schwache Verseuchung mit der hier in Rede stehenden Nosematide sich ebensowenig wie geringer Besatz mit *Nosema apii* auf die Wirte auswirkt, so lange diese im übrigen gesund sind. Schwere Verseuchung führt aber hier wie dort zu ausgesprochen pathologischen Phänomenen und wohl auch zu vorzeitigem Exitus.

Kurz erwähnt sei, daß uns in einzelnen Kulturen alle oder fast alle Individuen unvermittelt innerhalb weniger Tage abstarben, die Männchen durchweg eher als die Weibchen. Der Befall war insoweit seuchenartig, pathogene Keime ließen sich aber in den Kadavern nicht nachweisen. Auch pflegten sich die Überlebenden zu erholen, wenn wir sie schleunigst in neue, tadellos gesäuberte Kulturgefäße überführten. Vielleicht handelte es sich also um V e r g i f t u n g e n, etwa infolge Bildung von Zersetzungs- und Gärungsprodukten der Dextropurlösung im Wattebausch. Auffälligerweise verendeten nämlich viele Individuen auf diesem. Zeitweilig vermuteten wir als Todesursache auch Vergiftung durch denaturierten, zum Konservieren oder zu Reinigungszwecken benutzten Alkohol. Nachdem sich aber herausgestellt hatte, daß ein Männchen, dem der gesüßte und genetzte Wattebausch in der Petrischale täglich mit 1 Tropfen Alk. denat. 78% versetzt war, sich dabei 13 Tage hielt, wurde diese Auffassung fallen gelassen.

I. Schrifttum

(Die mit * versehenen Schriften wurden nur im Referat eingesehen.)

*Berlese, A., Insetti utili. — Italia Agricola. Giornale Agricoltura. Sonderdr., 31 S., 1903.

Blunck, H., Über den Massenwechsel des großen Kohlweißlings bei Hamburg. — Mitt. Biol. Reichsanstalt, Heft 21, 182—184, 1920.

— — Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 1. Beitrag: *Mesochorus pectoralis* Ratz. und seine Bedeutung für den Massenwechsel des Kohlweißlings. — Zeitschr. angew. Entom. *30*, 418—491, 1944.

— — Parasiten und Hyperparasiten von *Pieris rapae* L. — Zeitschr. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz *58*, 25—54, 1951.

— — Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. 3. Beitrag: *Hemiteles simillimus* Taschb. nov. var. *sulcatus*. Kennzeichen und Verhalten der Vollkerfe. — Zeitschr. angew. Entom. *32*, 335—405, 1951.

— — Über die bei *Pieris brassicae* L., ihren Parasiten und Hyperparasiten schmarotzenden Mikrosporidien. — IX. internat. Entomologen-Kongreß, Sektion VI, 22. 8. 1951. (Im Druck.)

*Chewyreuw, Iv., Oviposition in Ichneumon Flies. — Soc. Biol. Paris, Compt. Rend. *74*, 695—699, 1913.

Clausen, C. P., Entomophagous insects. — 1. ed. 2. impr. McGraw-Hill Book Comp. incorp., 688 pg., New York a. London 1940.

Farwick, Susanne, Zur Kenntnis der Hyperparasiten von *Pieris brassicae* L. Über einige Chalcididen als Parasiten von *Apanteles glomeratus* L. — Diss. 108 S., Bonn 1947.

Faure, J. C., Sur la Multiplicité des Parasites de l'*Apanteles glomeratus* L. — Compt. rend. séances Soc. Biol. *93*, 524—526, 1925. — Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, *9*, 460, 1925.

— — Contribution à l'étude d'un complexe biologique: La Piéride du chou *(Pieris brassicae* L.) et ses parasites hyménoptères. — Faculté sc. Univ. 221 pg. + 7 pl., Lyon 1926. — Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A, *14*, 516, 1926.

Foerster, A., Monographie der Gattung *Pezomachus* Gr. — Arch. Naturg. *16*, 49—232, 1850.

Fulmek, Parasiteninsekten der beiden Kohlweißlingsarten. — Neuheiten Pflanzenschutz, 30. Jg., 152—155, Wien 1937.

*Graham, A. G., Feeding of *Pimpla examinator* Ratz. on Host Pupae exposed for Parasitism. — 77th Rep. entom. Soc. Ontario 1946, 44—55, Toronto 1947. — Ref.: Rev. appl. Entom. Ser. A. *38*, 488, 1950.

Györfi, J., Fürkészdárzs kutatásaim eredménye, különös tekintettel a mellékgazda kérdésre. (Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirtfrage.) — Erdészeti Kisérletek *44*, 1—235, 1941.

Hase, A., Beiträge zur morphologischen und biologischen Kenntnis der Schlupfwespe *Lariophagus distinguendus* (Först.) Kurdj. — Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde, Berlin, Jg. 1919, S. 402—432.

Lederer, G., Die Naturgeschichte der Tagfalter unter besonderer Berücksichtigung der palaearktischen Arten. Teil 1, Bd. 2; Tagfalter (*Diurna*). — 2. Aufl., 160 S., Frankfurt a. M. (1939).

Martelli, G., Contribuzioni alla biologia della *Pieris brassicae* L. e di alcuni suoi parasiti ed iperparassiti. — Boll. Lab. Zool. Gen. Agrar. R. Sc. Agric., 170—224, Portici 1907.

*Paillot, A., Ferriere, C. et Faure, J. C., Note préliminaire sur les Parasites des Apanteles hôtes de Pieris brassicae L., dans la région de Lyon, en 1923. — Rev. Path. vég. Entom. agric. *11*, 78—85, Paris 1924. — Ref.: Rev. appl. Entom. Ser A., *12*, 480—481, 1924.

Pampel, W., Die weiblichen Geschlechtsorgane der Ichneumoniden. — Zeitschr. wiss. Zool. *108*, 290—357, 1914.

Schmiedeknecht, O., Opuscula Ichneumonologica. 1) Bd. 2, Fasc. 6—13, S. 411—1040. — Blankenburg 1904—1906. — 2) Suppl. Bd. 2, Fasc. 9—18, Pezomachini. 110 S., ebda. 1930—1933.

Seurat, L.-G., Contribution à l'étude des Hymenoptères entomophages. — Ann. Sc. Nat. Zool. *10*, 1—159, Paris 1899.

*Voukassovitch, P., Sur la biologie du Gonozius claripennis Först., parasite de l'Oenophthira pilleriana Schiff. — Bull. Soc. Hist nat., Toulouse, *52*, 1924.

Weber, H., Lehrbuch der Entomologie. — 726 S. Jena 1933, Verl. Gustav Fischer.

Laboratory of Insect Pathology, Sault Ste. Marie, Ontario, Canada

Fortschritte und Probleme auf dem Gebiete der Insektenviren

Von

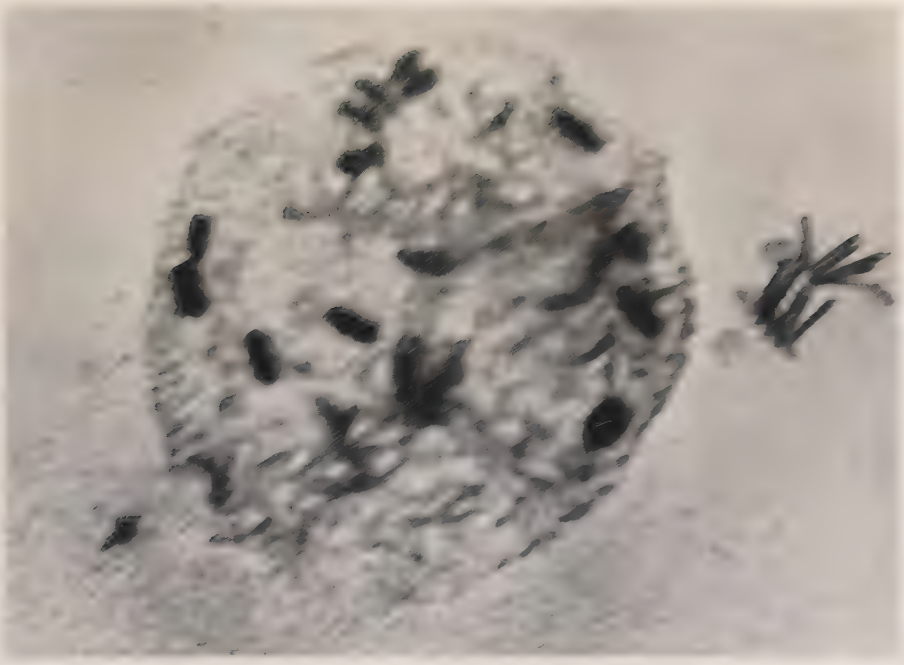
Gernot Bergold

Mit 3 Abbildungen

Die Beschäftigung und das Studium der Viruskrankheiten von Insekten reicht weit zurück. Der italienische Dichter Vida besingt schon im Jahre 1527 in seinem Gedicht „De bombycum" die Krankheit der Seidenraupe und Maria Sibylla Merian erwähnt 1679 diese in ihrem Schmetterlingsbuch. Um 1850 begann das intensivere Studium dieser Krankheiten. Viele Forscher arbeiteten seither auf diesem Gebiet, und Namen von berühmten Bakteriologen wie Pasteur sind mit der Geschichte der Insektenkrankheiten verwoben. Gerade im vergangenen Jahrzehnt ist die Forschung in dieser Richtung besonders rege gewesen. Warum herrscht solches Interesse an der Insektenpathologie? Für die wirtschaftlich wichtige Seidenraupenzucht war die Kenntnis und Verhinderung der Viruskrankheit ebenso wichtig, wie die künstliche Verbreitung derselben zur Bekämpfung der verschiedenen Großschädlinge unserer Wälder und Kulturen erstrebenswert schien. Zwei Arbeitsrichtungen sind verfolgt worden: 1. Aetiologie und allgemeine Grundlagenforschung der Insekten-Viruskrankheiten und 2. Angewandte Forschung.

Grundlagenforschung

Die Frage nach der Natur des Erregers der seuchenhaften Erkrankungen der Nonne (*Lymantria monacha* L.) war zu Ende des vergangenen und zu Beginn dieses Jahrhunderts von grosser [illegible] Bedeutung. Die Arbeiten von Tichomirow, Prowazek, Paschen, Bolle und Anderen [illegible] Kernkörperchen, die immer in erkrankten und verendeten Raupen zu finden waren. Drei Hauptansichten über die Ursache der Polyedrenkrankheiten sind vertreten worden: 1. Bakterielle Natur des Erregers. 2. Die Polyeder sind Träger des Virus (Escherich und Mikkola 1911, Aoki und Chiwaki 1925, Komarek und Brandl 1926). 3. Der Erreger ist ein filtrierbares Virus [illegible]. Gegen die bakterielle Natur des Erregers sind allgemein angeführt worden, [illegible] sich die Vertreter der beiden anderen Ansichten, die sich in ungefähr [illegible] gegenüberstehen. Bergold (1947, Bergold und Brenscheid-Kressa (1948), sind [illegible] Versuchen [illegible] infiziert sind. Es ist das besondere Verdienst von Escherich und Mikkola (1911), zuerst auf die Notwendigkeit [illegible] hingewiesen zu haben. Die beiden [illegible] Arbeiten [illegible] Bergold (1947) [illegible] Polyeder [illegible] Kernkörperchen [illegible] Bergold (1948



[illegible]

Seit dieser ersten Isolierung sind Polyederviren nach prinzipiell gleicher Methode bei vielen anderen Lepidopterenlarven gefunden und beschrieben worden (siehe STEINHAUS 1949, a, b, 1951, BERGOLD 1951, 1951 a, BERGOLD a. MCGUGAN 1951, SMITH a. WYCKHOFF 1950, 1951). Stäbchenförmige Virusteilchen sind von BIRD (1949 thesis) auch aus Polyedern der Blattwespe *Gilpinia hercyniae* Htg. isoliert worden. Zum Unterschied von den Lepidopteren entwickeln sich die Polyeder der Blattwespenlarven ausschließlich in den Kernen der Darmepithelzellen und nicht in anderen Organen.

Kürzlich haben SMITH und WYCKOFF (1950, 1951) aus Polyedern von *Arctia villica* L., *Arctia caja* L. und *Rhyparia purpurata* L. ausschließlich sphärische Teilchen isoliert, die wahrscheinlich das Virus repräsentieren. Teile von Polyedern, die sich bei alkalischer Behandlung auflösen, zeigen auch charakteristische runde Löcher von der Größenordnung der sphärischen Teilchen. Die Zukunft wird zeigen, ob es sich dabei um eine neue Gruppe von Polyederviren oder um eine Anhäufung des sphärischen anstelle des stäbchenförmigen Stadiums innerhalb des Lebenszyklus der Polyederviren handelt (siehe später).

Die Aktivitätsprüfung von viruskranker, aber polyederfreier *B. mori*-Lymphe hat eindeutig gezeigt, daß das Polyedervirus, besonders einige Tage vor der Massenformung der Polyeder, auch in freier Form in der Lymphe vorkommt. Sedimentations- und serologische Versuche zeigen an, daß dieses freie Virus die gleichen physikalisch-chemischen Eigenschaften haben muß wie das aus Polyedern isolierte Virus (BERGOLD und FRIEDRICH-FRESKA 1947). Das freie Virus konnte auch elektronenmikroskopisch im frühen Stadium der Krankheit, noch vor der Polyederbildung, in befallenen Blutzellkernen von *B. mori*-Raupen (BERGOLD 1951 b) und Darmepithelzellen von *Gilpinia hercyniae* (BIRD 1951) nachgewiesen werden.

Kapselviren (Granulosis)

Während für die bisher behandelten Polyederkrankheiten das Auftreten der etwa 1—15 Micron großen Polyeder charakteristisch ist, ist für die Kapselviruskrankheiten (Granulosis) das Vorhandensein von vielen kleineren eiförmigen Kapseln (Granula) kennzeichnend. Diese Kapseln mit Dimensionen von etwa $0{,}25 \times 0{,}50$ Micron entwickeln sich in mehreren Organen, einschließlich der Blutzellen, anscheinend vorwiegend im Zellplasma.

Die erste Isolierung und Charakterisierung eines Kapselvirus gelang BERGOLD (1948 a), aus der Tortricide (*Cacoecia murinana* Hb.). Im Gegensatz zu den Polyedern enthalten die Kapseln nur ein stäbchenförmiges Virusteilchen, das bei alkalischer Auflösung der Kapsel frei wird. Wie die Polyeder so bestehen auch die Kapseln aus einem einheitlichen Protëin. Die Virusstäbchen sind etwas dicker. Bei *C. murinana* betragen die Dimensionen etwa 50×262 Millimicron.

STEINHAUS hat bereits 1947 als Symptome einer neuen Krankheit das Auftreten von winzigen Granula bei *Peridroma margaritosa* Haw. beschrieben. Später fand STEINHAUS und Mitarbeiter (1949), daß diese Granula in Form und Größe den bei *C. murinana* beschriebenen Kapseln ähnlich sind, und daß aus jedem Granulum ein stäbchenförmiges Virusteilchen durch alkalische Behandlung herausgelöst werden kann. Die Krankheit wird Granulosis genannt. Inzwischen wurden Kapselviren bzw. Granu-

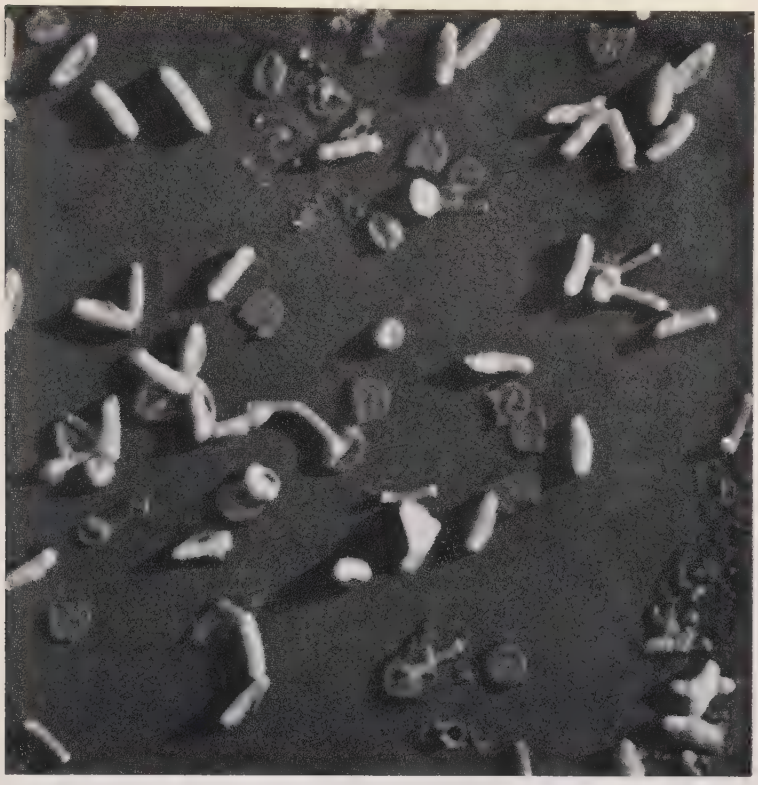


Abb. 2. Polyedervirus von ***Bombyx mori***, isoliert aus Polyedern. Sphärische Entwicklungsstadien, Stäbchen mit und ohne Membranen, leere, kugelige und röhrenförmige Membranen. Über die dünnen Fortsätze am Ende einiger Stäbchen wird an anderer Stelle berichtet werden. R. C. A. Elektronenmikroskop, 25 000 x, Uranium beschattet, 6 mgm, 12 cm, 1:4, Negativ Kopie

losis bei mehreren Insektenarten gefunden (Steinhaus 1951, Steinhaus und Thompson 1949, Wasser und Steinhaus 1951).

Morphologie und Vermehrung der Viren

Analytische Ultrazentrifugenversuche von hochgereinigten Viruspräparaten ergaben relativ breite oder sogar mehrgipfelige Sedimentationskurven. Dies deutet auf uneinheitliche Teilchengröße. Tatsächlich zeigen elektronenmikroskopische Aufnahmen verschieden große und verschieden geformte Teilchen. Von vielen hundert Aufnahmen wurde eine Aufeinanderfolge gewählt, die morphologisch möglich ist und wahrscheinlich den Lebenszyklus der Insektenviren darstellt (Bergold 1950). Danach lassen sich 5 Stadien unterscheiden. Im ersten Stadium ist das Virus sphärisch etwa 20—30 Millimicron im Durchmesser. Der „Keim" wächst in die Länge und ist in gekrümmter Form innerhalb der sphärischen Membran zu erkennen (II. Stadium). Weiter in die Länge wachsend, streckt sich der „Keim" und deformiert dabei die Membran (III. Stadium). Der Keim schrumpft in seinem Durchmesser (IV. Stadium) und das stäbchenförmige

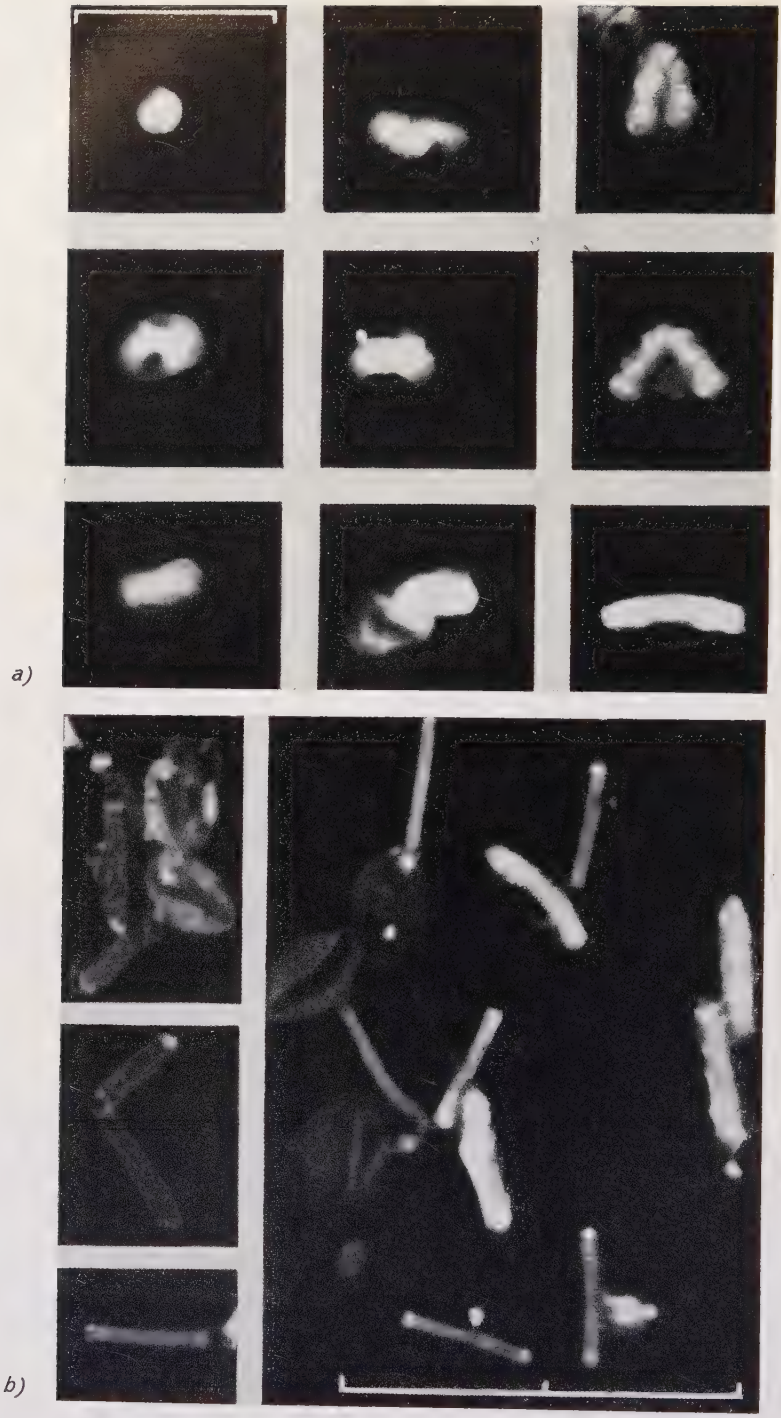


Abb. 3. Der Entwicklungszyklus des Polyedervirus von *Bombyx mori*. a) Die Entwicklung vom sphärischen zum stäbchenförmigen Teilchen. b) links: Leere kugelige und röhrenförmige Membranen und ein Stäbchen in Längsteilung, rechts: Verschiedene Entwicklungsstadien. R. C. A. Elektronenmikroskop, 50000x, nicht beschattet, Negativ-Kopie

Virusteilchen durchbricht die sphärische Membran, ist aber noch von einer röhrenförmigen Membran umgeben, aus der es wahrscheinlich auch unter natürlichen Bedingungen austritt (V. Stadium). Die morphologisch einfach gebauten Stäbchen stellen vermutlich eine Art Dauerform dar, in der sich bei dieser Gruppe der Polyederviren die Mehrzahl der Virusteilchen befindet. Dieser Entwicklungszyklus ist prinzipiell gleich bei den verschiedenen stäbchenförmigen Polyederviren. Die verschiedenen Stadien wurden bei Viren aus folgenden Insekten beobachtet: *B. mori* L., *L. dispar* L., *L. monacha* L., *Ptychopoda serriata* Schrk., *Choristoneura fumiferana* Clem., *Colias philodice eurytheme* Boisduval.*), *Malacosoma disstria* Hbn. Unterschiedlich ist nur, daß z. B. bei *B. mori* manchmal Doppelstäbchen, bei *L. dispar* hingegen häufig Bündel mit 4 Stäbchen im letzten Stadium zu erkennen sind, die schließlich in Einzelstäbchen zerfallen.

Der Entwicklungszyklus der Kapselviren (*C. murinana* Hb. und *Choristoneura fumiferana* Clem.) verläuft sehr ähnlich, nur tritt das Schrumpfungsstadium weniger hervor.

Neben der nicht sehr häufigen seitlichen Teilung muß aber noch eine andere Art der Vermehrung stattfinden. Einiges spricht dafür, daß die Virusstäbchen bei dem Infektionsvorgang in mehrere sphärische Untereinheiten zerfallen.

Die komplizierte Morphologie der Viren während des Lebenszyklus und die komplizierte Art der Vermehrung sprechen für eine Organismennatur der Insektenviren (Bergold 1950, 1950a). Diese Vorstellung eröffnet eine Reihe interessanter Fragen und Probleme.

Die chemische Zusammensetzung der Insektenviren

Die chemische Untersuchung der Insektviren ist naturgemäß erst in ihren Anfängen. Es wurde gefunden, daß das Polyeder- und Kapselprotëin sehr wenig oder gar keine Nuclëinsäure hat, wogegen das Polyedervirus etwa 14% Desoxyribonuclëinsäure enthält (Bergold 1947). Die Bestimmung und ein Vergleich des Verhältnisses der Basen der Nuclëinsäure hat interessante Ergebnisse gebracht (Wyatt 1950, Smith a. Wyatt, 1951). Die Viren enthalten sehr wenig oder gar keine Kohlehydrate und Lipoide (Wyatt 1950). Eine qualitative Untersuchung ergab die gleichen Aminosäuren für das Polyedervirus von *B. mori* und das Kapselvirus von *C. murinana*. Folgende Aminosäuren wurden gefunden (Wellington 1951): Alanin, Arginin, Asparagin-Säure, Cystin, Glutamin-Säure, Glycin, Histidin, Hydroxyprolin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Prolin, Serin, Threonin, Tyrosin, Valin. Das zugehörige Polyeder- und Kapsel-Protëin enthält die gleichen Aminosäuren und noch zusätzlich Tryptophan (Wellington 1951). Die chromatographische Analyse der Virusmembranen ist im Gange.

Zur Nomenclatur der Insektenviren

Nach einem unzureichenden Versuch von Holmes (1948) hat Steinhaus neuerdings einen Versuch unternommen, die verschiedenen Insektenviren zu benennen und nach dem binären System einzuteilen (Steinhaus 1949b).

*) Herrn Prof. Dr. Steinhaus danke ich für die Überlassung der Polyeder.

Danach werden 4 Gattungen unterschieden:

Polyederkrankheiten:	Genus: *Borrelina* PAILLOT Typen Species: *Borrelina bomycis* PAILLOT
Granulosis (Kapselviren):	Genus: *Bergoldia* STEINHAUS Typen Species: *Bergoldia calypta* STEINHAUS
Ungenügend beschriebene Viruskrankheiten, ohne Isolierung des Erregers.	Genus: *Paillotella* STEINHAUS Typen Species: *Paillotella pieris* (PAILLOT) STEINHAUS
Ungenügend beschriebene Viruskrankheit der Bienen, ohne Einschlußkörperchen, Erreger nicht isoliert.	Genus: *Morator* (HOLMES) Typen Species: *Morator aetatulae* HOLMES

Die Benennung und Einteilung aller Viren wird zur Zeit sehr heftig diskutiert. Es ist zu hoffen, daß am Internationalen Microbiologenkongreß in Rom 1953 eine Einigung erzielt wird.

Angewandte Forschung

In freier Natur sind die meisten Zusammenbrüche der Massenauftreten von Lepidopteren und Hymenopteren weitgehend durch Viruskrankheiten bedingt, wenn auch oft die Symptome nicht offensichtlich in Erscheinung treten. Jeder, der das Zusammenbrechen eines Massenauftretens eines Schädlings an einer Viruskrankheit gesehen hat, ist von der Wirkung der Virusepidemie beeindruckt. Neue Ergebnisse in der Grundlagenforschung haben daher immer wieder die angewandte Forschung angeregt, die Viruskrankheiten zur Bekämpfung verschiedener Insektenschädlinge einzusetzen.*) Versuche in dieser Richtung sind so alt wie das erste Wissen um das seuchenhafte Auftreten der Polyederkrankheit. Leider muß festgestellt werden, daß diese Versuche — abgesehen von drei erfreulichen Fällen, siehe später — im allgemeinen erfolglos waren. Hauptschuld daran ist wohl das mangelnde Wissen um die drei wichtigen Fragen: Was sind die Ursachen einer Massenvermehrung eines Insekts? Wie hoch ist die Infektiosität der Viruskrankheiten bzw. gibt es eine Resistenz und Immunität bei Insekten? Wie wird die Viruskrankheit von Generation zu Generation übertragen?

Über die Ursachen eines Massenauftretens und den Verlauf der Epidemien ist viel gearbeitet (z. B. WELLENSTEIN 1942) und noch mehr theoretisiert worden, (z. B. FRANZ 1949). Von Einzelfällen abgesehen, ist jedoch diese Frage keineswegs gelöst. Das Problem ist zweifellos sehr komplexer Natur, und es scheint nicht gelungen zu sein, die Ergebnisse der verschiedenen Spezialgebiete (Forstwissenschaft, Insektenbiologie und -Genetik, Insektenpathologie, Parasitologie, Klimakunde usw.) zur Erkennung des Komplexes sinnvoll zu vereinen. Heute wissen wir auch, daß alle einseitigen und kurzfristigen Untersuchungen wenig Bedeutung haben. Es wird nur durch vielseitige und langwierige Bearbeitung, die sich über viele Generationen erstrecken muß, möglich sein, die Epidemiologie der Insekten und deren Krankheiten zu verstehen.

*) Zusammenfassungen der Literatur siehe bei: ESCHERICH und MIYAJIMA 1911, ESCHERICH 1931, STEINHAUS 1949.

Die Frage der Infektiositätsstärke der Insektenkrankheiten ist heiß umstritten. v. TUBEUF hat als erster betont, daß sich die Polyederkrankheit bei der Nonne nur langsam verbreitet und auch nicht alle Individuen erfaßt. Zum gleichen Ergebnis kommt ESCHERICH (1913), der eine Disposition der Raupen für den tödlichen Krankheitsverlauf voraussetzt und von einem latenten und akuten Verlauf der Polyederkrankheit spricht. GLASER (1915) fand durch Fütterungsversuche an *L. dispar,* daß etwa 17% die Infektion überstehen und sich zu Imagines entwickeln. Daraus schließt er, daß eine genetisch verankerte Immunität gegen die Polyederkrankheit bei einem Teil der Individuen, sowie eine aktive Immunisierung mit sublethaler Dosis möglich ist. Eigene Fütterungsversuche an Wildpopulationen von *Malacosoma disstria* Hbn. (BERGOLD 1951a) ergaben eine äußerst geringe Empfindlichkeit der Raupen gegen große Dosen von Polyedern. Aus all dem muß man schließen, daß die Frage der Infektiositätsstärke der Polyeder und Resistenz bzw. Immunität der Insekten einer sehr gründlichen und langfristigen Untersuchung bedarf. Man kann jedoch jetzt schon sagen, was bereits ESCHERICH und MIYAJIMA (1911) betont haben, daß die Polyeder im allgemeinen für endemische Freilandpopulationen bei weitem nicht so infektiös sind, wie von vielen Untersuchern bisher angenommen wurde. Ein wichtiges und noch völlig unberührtes Problem ist die Frage der künstlichen Virulenzsteigerung der Insektenviren.

Das Problem der Übertragung bzw. Vererbung der Polyederkrankheiten wird ebenfalls heftig diskutiert. Untersuchungen von JANISCH und ROEGNER-AUST (1943) und ROEGNER-AUST (1949) an der Nonne, BIRD (1949) an *G. hercyniae* und Erfahrungen von SMITH und WYCKHOFF (1951) beweisen jedoch, daß die Polyederkrankheiten von Generation zu Generation innerhalb der Eier übertragen werden können. Auch hier sind jedoch weitere quantitative Versuche über mehrere Generationen von größter Wichtigkeit.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß im Vergleich zu den Fortschritten in der Grundlagenforschung die angewandte Forschung in letzter Zeit nicht sehr viel Neues gebracht hat. Ermutigend sind jedoch die von ROEGNER-AUST (1949a) durchgeführten Untersuchungen der Konstitution verschiedener Nonnenpopulationen. Hierbei wird versucht, den Verlauf der Polyederkrankheiten nicht durch zeitliche Stichproben, sondern dynamisch über die gesamte Entwicklungszeit zu verfolgen. Besonderes Interesse verdienen die Freilandbeobachtungen von BALCH 1945, 1946 BALCH und BIRD (1944) und BIRD (1949) über den Verlauf der Polyederkrankheit bei der Blattwespe *Gilpinia hercyniae,* die sich über viele Jahre erstrecken und weiter verfolgt werden. Danach ist die Polyederkrankheit ein wesentlicher Kontrollfaktor für diese Blattwespe.

Zum Schluß soll noch über 3 erfolgreiche Bekämpfungsmaßnahmen von Insektenauftreten durch künstliche Behandlung mit Polyedersuspensionen berichtet werden. STEINHAUS (1949a) hat bei dem für den Luzernebau im Joaquin-Tal in Kalifornien wichtigen Schädling *Colias philodice eurythme* BOISDUVAL eine Polyederkrankheit beschrieben. Diese ist überall in den Schadgebieten zu finden und reduziert die Raupenpopulation erheblich. Trotzdem richten die Raupen oft großen Schaden in den Luzernefeldern an. Durch Spritzung (etwa 20 l per acre = 4050 m^2) mit einer

Polyedersuspension, die etwa 5 Millionen Polyeder per ml enthält, konnte Schaden verhindert und in den Jahren 1947—1950 wirksame Bekämpfung erzielt werden. Dadurch wurde die Raupenpopulation unter eine wirtschaftlich gefährliche Größe herabgedrückt (STEINHAUS a. THOMPSON 1949a, 1949b, THOMPSON a. STEINHAUS 1950).

Die beiden andern erfolgreichen Fälle der Kontrolle von Schadinsekten durch Polyederkrankheiten betreffen die Blattwespen *Gilpinia hercyniae* Htg. und *Neodiprion sertifer* Geoff. Beide Arten sind aus Europa eingeschleppt worden. Die Polyederkrankheit von *G. hercyniae* wurde zufällig eingeführt. Im Hauptjahr 1938 waren etwa 12000 Quadratmeilen stark befallen; doch schon 1943 war kein Schaden mehr zu beobachten (BALCH u. BIRD 1944). Feldversuche von BIRD (1948) haben die Wirksamkeit der Polyederkrankheit bewiesen. BIRD (1950) hat auch mit großem Erfolg eine aus Europa bewußt eingeführte Polyederkrankheit in großangelegten Feldversuchen gegen *Neodiprion sertifer* angewandt. Sehr verdünnte Polyedersuspensionen waren bereits wirksam (siehe auch FRANZ 1951). Die Versuche werden im Jahre 1951 fortgesetzt.

Literaturverzeichnis

ACQUA, C. (1918—1919), Ricerche sulla malattia del giallume del baco da seta. Rend. Inst. Bact. Scuola Super. Agri. Portici 3, S. 243.

AOKI, K., u. Y. CHIGASAKI (1921), Immunisatorische Studien über die Polyederkörperchen bei Gelbsucht von Seidenraupen (Zelleinschluß). Zbl. Bakt. Parasitenk. Abt. I Orig. 86, S 481.

BALCH, R. E. (1945), The Spruce Sawfly disease. Bi-monthly Progress Report, I, No. 2, Canada Dept. Agric.

BALCH, R. E. (1946), The disease of the European Spruce Sawfly. Bi-monthly Progress Report 2, No. 5, Canada Dept. Agric.

BALCH, R. E., u. F. T. BIRD (1944), A disease of the European Spruce Sawfly, *Gilpinia hercyniae* (Htg.) and its place in natural controll. Scient. Agric. 25, S. 65.

BERGOLD, G. H. (1943), Über Polyederkrankheiten bei Insekten. Biol. Zbl. 63, S. 1.

BERGOLD, G. H. (1947), Die Isolierung des Polyeder-Virus und die Natur der Polyeder. Z. Naturforsch. 2b, S. 122.

BERGOLD, G. H. (1948), Bündelformige Ordnung von Polyederviren. Z. Naturforsch. 3b, S. 25.

BERGOLD, G. H. (1948a), Über die Kapselvirus-Krankheit. Z. Naturforsch. 3b, S. 338.

BERGOLD, G. H. (1950), The multiplication of insect viruses as organisms. Can. J. Research, E, 28, S. 5.

BERGOLD, G. H. (1950a), Insect Viruses. In „Viruses 1950" by M. Delbrück, California Institute of Technology.

BERGOLD, G. H. (1951), The Polyhedral Disease of the Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.) Can. J. Zool. 29, S. 17.

BERGOLD, G. H. (1951b), Demonstration of Polyhedral Virus in Blood Cells of Silkworms. Biochim. Biophys. Acta, in press.

BERGOLD, G. H. (1951a), Notes on Polyhedral Disease of Forest Tent Caterpillar *Malacosoma disstria*. Bi-monthly Progress Report 7, in press, Canada Dept. Agric.

BERGOLD, G. H., u. H. FRIEDRICH-FREKSA (1947), Zur Größe und Serologie des Bombyx-mori-Polyedervirus. Z. Naturforsch. 2b, S. 410.

BERGOLD, G. H., u. B. M. MCGUGAN (1951), Virus diseases of the forest tent caterpillar. Bi-monthly Progress Report 7, No. 1, Canada Dept. Agric.

BIRD, F. T. (1948), Control effects of the polyhedral disease of the Spruce Sawfly. Bi-monthly Progress Report, 4, No. 2, Canada Dept. Agric.

BIRD, F. T. (1949), A virus (polyhedral) disease of the European Spruce-Sawfly, *Gilpiniae hercyniae* (Htg.) Thesis, MCGILL University, Montreal.

BIRD, F. T. (1950), The dissemination and propagation of a virus disease affecting the European Pine Sawfly, *Neodiprion sertifer* (Geoff.), Bi-monthly Progress Report, 6, No. 5.

Bird, F. T. (1951), On the multiplication of an insect virus. Biochim. Biophys. Acta., in press.
Cornalia, E. (1856), Monografia del bombice del gelso. Mem. R. Istit. Lombardo Sci. Lett. Arte 6, S. 3.
Escherich, K., u. M. Miyajima (1911), Studien über die Wipfelkrankheit der Nonne. Naturw. Z. Land- u. Forstwirtsch. 9, S. 381.
Escherich, K. (1913), Neues über Polyederkrankheiten. Naturw. Z. Land- u. Forstwirtsch. 11, S. 86.
Escherich, K. (1931), Polyederkrankheiten. In: „Die Forstinsekten Mitteleuropas" Bd. 3. Paul Parey, Berlin.
Franz, J. (1949), Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen. Z. f. angew. Entom. 31, S. 228.
Franz, J. (1951), Erfolgreiche Verbreitung von Viruskrankheiten zur Forstschädlingsbekämpfung. Bericht über neuere Kanadische Arbeiten. Z. f. Pflanz. Krankh. 58, S. 185.
Glaser R. W. (1915) Wilt of Gypsy-Moth Caterpillars. J. Agric. Res. 4, S. 101.
Glaser, R. W. (1928), Virus diseases of Insects. In „Filtrable Viruses" T. M. Rivers, Findall & Co., London, Williams & Wilkins Co., Baltimore.
Holmes, F. O. (1948), Order Virales, The filtrable Viruses. In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Sixth Edition. The Williams & Wilkins Co., Baltimore.
Janisch, E., u. S. Roegner-Aust, (1943), Der Erreger der Polyederkrankheit bei Nonnenraupen. Nachrichtenbl. dtsch. Pflanzenschutzdienst Nr 2.
Komarek, J., u. V. Breindl (1924), Die Wipfelkrankheit der Nonne und der Erreger derselben. Z. angew. Ent. 10, S. 99.
Letje, W. (1939), Das Gelbsuchtsproblem bei den Seidenraupen. Seidenbauforschung I, S. I. A. Kernen, Stuttgart.
Maestri, A. (1856), Frammenti anatomici, fisiologici e pathologici sul baco da seta. Fusi, Pavia.
Masera, E. (1936), Le malatti infettive degli insetti. Bologna.
Merian, M. S. (1679), Der Raupen wunderbare Verwandelung und sonderbare Blemennahrung. Nürnberg, Frankfurt.
Paillot, A. (1924), Sur l'étiologie et l'épidémiologie de la „grasserie" du ver à soie. C. C. Ac. Sci. Paris 179, S. 229.
v. Prowazek, S. (1907), Clamydozoa. II. Gelbsucht der Seidenraupen. Arch. Protistenk. 10, S. 358.
v. Prowazek, S. (1913), Untersuchungen über die Gelbsucht der Seidenraupen. Zbl. Bakt. Parasitenk. Abt. I. Orig. 67, S. 268.
Roegner-Aust, S. (1949), Der Infektionsweg bei der Polyederepidemie der Nonne. Z. f. angew. Entom. 31, S. 3.
Roegner-Aust, S. (1949a), Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen. Z. f. angew. Entom. 31, S. 181.
Smith, J. D., a. G. R. Wyatt (1951), The composition of some Microbial Deoxypentose Nucleic Acids. Biochem. J. 49, S. 144.
Smith, K. M., a. R. W. G. Wyckoff (1950), Structure within polyhedra associated with Insect Virus Diseases. Nature 166, S. 861.
Smith, K. M., a. R. W. G. Wyckoff (1951), Electronmicroscopy of Insect Viruses. Research 4, S. 148.
Steinhaus, E. A. (1946), Insect Microbiology, Comstock Publ. Co. Ithaca, New York.
Steinhaus, E. A. (1947), A New Disease of the Variagated Cutworm, *Peridroma margaritosa* (Haw.) Science 106, S. 323.
Steinhaus, E. A. (1949), Principles of Insect Pathology, McGraw-Hill Book Co. New York, Toronto, London.
Steinhaus, E. A. (1949a), Polyhedrosis („Wilt Disease") of the Alfalfa caterpillar. J. Econ. Ent. 41, S. 859.
Steinhaus, E. A. (1949b), Nomenclature and classification of Insect Viruses, Bact. Revs. 13, S. 203.
Steinhaus, E. A. (1951), Report on Diagnosis of diseased insects 1944—1950. Hilgardia 20, S. 629.
Steinhaus, E. A., K. M. Hughes, a. H. B. Wasser (1949), Demonstration of the Granulosis Virus of the Variegated Cutworm. J. Bact. 57, S. 219.
Steinhaus, E. A., a. C. G. Thompson (1949), Granulosis disease in the buckeye caterpillar, *Junonia coenia* Hubner. Science 110, S. 276.

STEINHAUS, E. A., a. C. G. THOMPSON (1949a), Preliminary field tests using a Polyhedrosis Virus to control the Alfalfa caterpillar. J. Econ. Entom. 42, S. 301.
STEINHAUS, E. A., a. C. G. THOMPSON (1949b), Alfalfa Caterpillar tests. California Agriculture. 3. March, S. 5.
THOMPSON, C. G., a. E. A. STEINHAUS (1950), Further tests using a Polyhedrosis Virus to control the Alfalfa Caterpillar. Hilgardia 19, S. 411.
v. TUBEUF, C., zitiert nach ESCHERICH und MIYAJIMA (1911).
VIDA, M. G. (1527), De Bombycum. Rom, zitiert nach MASERA.
WASSER, H. B., a. E. A. STEINHAUS (1951), Isolation of a Virus causing granulosis of the red-banded leafroller. Virginia Journ. Sci. 2, S. 91.
WELLENSTEIN, G. (1942), Die Nonne in Ostpreußen (1935—1937). Monogr. z. angew. Entom. Nr. 15.
WELLINGTON, E. F. (1951), Amino Acids of Two Insect Viruses. Biochim. Biophys. Acta 7, S. 238.
WYATT, G. R. (1950), Studies on Insect Viruses and Nucleic Acids. Thesis, University of Cambridge, England.

Die Symptome vom Standpunkt des Parasiten

Von

E. MARTINI, Hamburg

Eines der bekanntesten Krankheitssymptome ist das Fieber. Andere sind Schmerzen, Eiterungen, Krankheitsgefühl usw. Die Krankheiten, besonders die Seuchen und ihre Symptome sind verschieden gedeutet.

1. Als Mittel der Rache oder Erziehung usw. von Göttern, Geistern, Zauberern pp.

2. Als Wirkung einer stofflich und meist unbelebt vorgestellten Schädlichkeit, wobei wohl die Einsicht in die Kausalität der Gifte Pate gestanden hat. Einige Köpfe hielten schon im Altertum solche Seuchengifte für belebt. Dabei fragte man aber so wenig wie nach dem Nutzen des Rausches, sei es für den Berauschten, sei es für den Wein, nach einem Sinn der Symptome.

3. Anders sah es zuerst METSCHNIKOW, als er lehrte, die Eiterung sei eine Abwehr des Körpers mit dem Sinn, die Krankheitserreger herauszubefördern oder zu vernichten. Auch das Fieber wurde als Kampfmittel gegen sie, der Schmerz als Warner, kurz der Sinn der Symptome in einem Nutzen für den infizierten Körper gesehen.

4. Könnten aber die Symptome nicht oft auch dem Krankheitserreger dienen und gerade mit diesem Erfolg von ihm induziert sein?

In manchen Fällen scheint das selbstverständlich. Aber der Gedanke ist wenig ausgesponnen und zu ihm daher derzeit wenig Material zusammengebracht, sein heuristischer Wert noch schwer zu beurteilen.

Die Dasselbeulen z. B.: Hat jemand die Kühe verwünscht? Oder sind die Maden zufällig da und machen nun einmal Beulen? Oder hält der Körper sie in einer Bindegewebskapsel gefangen? Oder nützt sich die Made selbst durch Anregung solcher schützenden Kapselbildung, dazu einer polsternden Schwellung und einer Sekretion, die ihr als Nahrung dient?

Die Wespen- und viele Läusegallen werden wohl jetzt meist als Organoide angesehen, die der Gallerreger durch mechanische oder nach Art von Hormonen wirkende chemische Reize dem Wirtskörper abnötigt und die ihm Schutz und besonders günstige Nahrung gewähren. Im Sinne des Pathologen sind sie aber Symptome z. B. der Verlausung.

Noch trivialer tritt dieser Gesichtspunkt bei den Geschwüren hervor, die *Dracunculus medinensis* in der Haut erzeugt durch seine Sekrete und die ihm zur Entlassung seiner Brut dienen. Könnte er nicht auch bei vielen anderen Geschwüren, manchen Furunkeln, Anginen usw. zutreffen, die der Arzt heute meist mit dem Eintritt von pathogenen Mikroben in Zusammenhang bringt? Er schließt noch oft vom Sitz der Krankheit auf die Eintrittspforte: „Die Tuberkulose durch den Typus humanus findet sich überwiegend in der Lunge, folglich wird der Bazillus hier wohl gewöhnlich eindringen." Ist aber nicht der Auswurf sein normales Ausfuhrmittel, nachdem er von irgendeiner Stelle aus die Besiedelung des Körpers vollzogen hat? Loos' Erkenntnis, daß die Hakenwürmer, die durch die Haut einzudringen pflegen, im Darm siedeln und schaden und mit dem Stuhl ihre Eier hinauslassen, sollte hier zu Vorsicht angeregt haben.

Wenn beim Apfelkrebs Geschwüre auftreten, die im Frühjahre eine vom *Bazillus amylivorus* wimmelnde Absonderung erzeugen, so ist das ein Symptom. Aber gerade an diesen Absonderungen beladen sich Insekten, auch Bienen mit den Bazillen, bringen sie auf Blüten gesunder Bäumchen und breiten so die Seuche aus. Die Notwendigkeit des Symptoms in der Biologie der Erreger ist hier unverkennbar. Ebenso wird man den Zusammenhang der von *Treponema pallidam* und *pertenue* erzeugten Geschwüre mit den Ausbreitungschancen der Syphilis bzw. Framboesie nicht übersehen.

Beim *Dracunculus* findet man die Geschwüre besonders an Körperstellen, die oft mit kaltem Wasser in Berührung kommen. Hier lokalisiert sich also der Wurm, und seine Brut hat so gute Aussicht, ins Wasser zu kommen. Beim Flecktyphus kommt es zu solchen Geschwüren nicht; aber bei der epidemischen Form, die durch Läuse übertragen wird, finden sich die an Rickettsien besonders reichen Kapillarveränderungen mit ihren auf der Haut sichtbaren roten Flecken gerade an den Stellen, wo die Läuse am meisten zu stechen pflegen, beim Felsengebirgsfleckfieber dagegen zwischen den Beinen und am Hodensack, wo sich die übertragenden Zecken besonders gern anheften. Die Lokalisation der Veränderungen, die zur Unterscheidung der beiden Seuchen dienen kann, hat also wohl Beziehung zur Biologie der Überträger und damit zum Vorteil des Erregers. — So lokal!

Und zeitlich: Von den durch nächtliche Mücken übertragenen Stämmen des Fadenwurms *Wuchereria bancrofti* sind die Larven nachts im Hautblut und nur dann für den Kliniker zu finden. Stämme, deren Überträger keine solche tageszeitliche Bindung haben, zeigen solchen Turnus nicht, und die Larven der *Loa loa,* die von tagsüber aktiven Chrysopsarten verbreitet werden, sind nur dann im peripheren Blute zu treffen.

Könnte es nicht ähnlich mit den Tertiana-Epidemien gemäßigter Breiten stehen. In Italien zeigen sich viele solcher Andertagsfieber

im Mai, und wenn dann von ihnen besonders reichlich Gameten (Verbreitungsformen) im Blute vorhanden sind, ist auch die Zeit der größten Häufigkeit der übertragenden *A. maculipennis*-Formen. Nach NÖLLER zeigt sich solche Exazerbation chronischer Infektion bei *Haemoproteus* der Vögel gerade während deren Brutzeit. Dann, wenn die neue noch empfängliche Generation eng mit den chronisch kranken Alten zusammenlebt, ist ja auch die günstigste Zeit zur Übertragung. Wenn *Haemogregarina stepanowi* im Blute der Schildkröten jedes Frühjahr viel zahlreicher wird und *Lankesteriella* im Frosch im Juli massenhaft Gameten bildet, wird man ähnliche Zusamenhänge wie bei der Tertiana vermuten.

Wie der Ort der Krankheit, so ist also auch ihre Zeit manchmal nicht so sehr vom Eintritt der Infektion als von der Notwendigkeit ihrer Verbreitung bestimmt. Denn viele Tertiane Malarien bleiben anschließend an die Ansteckung zunächst lange latent.

Im Beispiel „Apfelkrebs" steckt aber nicht nur der Gesichtspunkt „Austrittspforte", sondern auch der: „Anlockung", hier des Überträgers z. B. von Bienen durch das vom Parasiten induzierte Symptom. Vielleicht das schönste Beispiel einer solchen Beziehung ist wohl die Bildung jener lebhaft gefärbten pulsierenden „Fruchtkörper" an den Fühlern von *Succinea*-Schnecken, an denen ihr Befall mit Sporozysten von *Leucochloridium* diagnostiziert werden kann und die die Hauptwirte genannter Trematoden, Vögel, anlocken.

Der Malariaanfall bringt hohe Körperwärme und dann Schweiß. Wer denkt da nicht daran, daß Stechmücken u. a. durch feucht-warme Luft an ihre Blutspender herangelockt werden und Wärme der Unterlage sie zum Einstechen reizt. Und der Kranke wird sie während des Anfalles kaum abwehren. Beim Pappatacifieber ist das Fieber nur so lange hoch, wie Virus, im Blute kreisend, den Palebotomen zur Infektion zur Verfügung steht. Am dritten Tage pflegt es abzusinken. Denselben Gesichtspunkt der Anlockung könnte man auf das Gelbe, Dengue- u. a. Fieber anwenden. Bei der Rekurrens sind gerade während der Fieberanfälle die Spirochäten in Menge im Blute. Menschen leben ja gesellig und, wenn in einem Kreise eines eine wesentlich höhere Hauttemperatur als die anderen hat, ist seine Bevorzugung durch Stechinsekten nicht unwahrscheinlich. STUPPY hat beobachtet, daß bei seinen Pockenhühnern die Mücken während der Zeit des hohen Fiebers in großer Zahl Blut sogen, später bei subnormalen Temperaturen aber kaum mehr zum Stechen kamen.

Das Fieber einmal als Abwehr des Körpers betrachtet, ist es schwer verständlich, warum er gerade bei Leiden, bei denen der Arzt es für nützlich hält, wie Gonorrhoe und Syphilis, nicht damit reagiert. Bei Krankheiten wie Cholera und Ruhr, die wohl sicher nicht durch Stech-Insekten übertragen werden, geht die Körperwärme auch meist nicht sehr hoch.

Beim Flecktyphus wird zwar für die hungrige Laus der fieberheiße Körper wohl anlockend wirken, die satten mit ihrem niedrigeren Temperaturprädilektum werden aber durch Fieberhitze eher vom Körper weggetrieben, ein für die Verbreitung des Ansteckungsstoffes günstiges Spiel.

Symptome erkennt man aber nicht nur am Körper, sondern auch im Verhalten. Noch nicht ganz hierher gehört es, wenn gewisse Wurmlarven, in die Augenlinse eindringend, Fische blenden, daß sie nicht mehr durch ein Absteigen in die Tiefe übertag ihren geflügelten Feinden und Hauptwirten des betreffenden Wurmes entzogen werden. Das Verhalten der bei Ruhr usw. vom Stuhldrang geplagten Personen führt zur Verstreuung von Infektionsstoff in zahlreichen Portiönchen wahllos, wo der Kranke sich gerade befindet, und leistet Schmier- und Fliegenübertragung zweifellos Vorschub. Bei der Kokzidiose der Kaninchen treten die Durchfälle erst dann hervor, wenn die Zysten zur Verstreuung reif sind.

Andererseits sind Krankheitsgefühl und Schmerzen besonders in Muskeln und Gelenken geeignet, den Kranken festzulegen. Das mag die Übertragung solcher Seuchen begünstigen, deren Überträger besonders im Hause oder Neste stechen: Pappatacifieber, Dengue, Zeckenrekurrens*) des Menschen und der Tiere. Beim erstgenannten kommt eine auffällige Lichtscheu hinzu, die den Kranken an dunkle Plätze führt, wie sie von den übertragenden Phlebotomen gerade bevorzugt werden. Demgegenüber sagt man dem Felsengebirgsfleckfieber nach, es mache die Kranken unruhig und wanderlustig, was für eine durch Ixodinen verbreitete Seuche günstig wäre.

Auch der an Läuseflecktyphus Leidende ist rastlos, und aufgefallen ist oft sein „Flockenlesen", d. h. Bewegungen als ob er etwas von der Bettdecke aufnähme und wegwürfe. Sieht das nicht wie ein pathologischer Instinkt aus, geeignet, Läuse samt Infektionsstoff in die Umgebung zu verbreiten?

Ist es eine ganz überflüssige Gemeinheit, daß junge Argaszecken, die sich in Menge an einem Hahn angesogen haben, ihm nicht nur Blut entnehmen, sondern ihn noch durch Gifte lähmen, so daß sein Kopf hängt und er nicht mehr auf den Beinen stehen kann? Wer erlebt hat, wie störend es bei der Zeckenzucht ist, wenn die älteren Stadien, die doch nur viel kürzere Zeit saugen, in großer Zahl abgepickt und vernichtet werden, ist der Meinung, daß die Lähmung als Symptom des Zeckenbefalles gleichzeitig für den Schmarotzer von großem Nutzen ist.

Das zweite Symptom, das die Anwesenheit von *Leucochloridium* in einer Bernsteinschnecke erkennen läßt, ist, daß die befallenen Tiere bei Tageslicht nicht auf die Unterseite der Blätter kriechen. Weil etwa ihr Sehnerv geschädigt wäre? Wesenberg-Lund meint: Nein. Aber dann kann es sich ja nur um einen vom Parasiten durch ein hormonartig wirkendes Gift veränderten Instinkt handeln, der geeignet ist, den Zwischenwirt den Augen der Vögel und ihren Schnäbeln preiszugeben.

Ein allgemein bekanntes Beispiel dieser Art mag die Aufzählung beschließen: Die Tollwut. Hier ist bei Tier und Mensch die Änderung der Psyche durch das Virus offenbar, gleichzeitig aber auch die Rolle, die die Angriffs- und Beißlust für die Ausbreitung der Seuche spielt.

---

*) Der Hinweis darauf, daß sich den heftigen Schmerzen bei der Läuserekurrens wohl kaum solch Sinn unterlegen läßt, ließe sich durch einen Hinweis auf die „typical epidemiological series", also die phylogenetische Vergangenheit der Seuchen vielleicht entkräften; doch soll darauf hier nicht eingegangen werden.

Der Grundgedanke ist, wie jeder sieht, hier nur summarisch ohne Eingehen auf Einwände und Hilfsvorstellungen umrissen. — Warum? Hier, weil für ihn die Insektenwelt und die Anpassung des lebendigen Krankheitsstoffes an die biologischen Besonderheiten der einzelnen Überträger eine erhebliche Rolle spielen. — Überhaupt, weil es sich doch vielleicht nicht nur um einen vergnüglichen Gedankenspaziergang mit allenfalls ein wenig mnemotechnischem Nutzen handelt, sondern weil auch ein heuristischer Nutzen herauskommen könnte, wenn sich z. B. sagen ließe: Die Ausscheidung von Virus der Kinderlähmung durch den Darm und die Möglichkeit seiner Verbreitung durch Fliegen ist zwar erwiesen. Daß sie aber eine überragende Bedeutung hätten und der Schlüssel zu den Epidemien wären, ist nicht wahrscheinlich. Dann müßten Diarrhöen viel stärker im Vordergrunde des Krankheitsbildes stehen.

Aus dem Robert-Koch-Institut für Hygiene und Infektionskrankheiten, Berlin-Dahlem, und der Abteilung Hygiene und Seuchenbekämpfung des Landesgesundheitsamtes Berlin

Erfahrungen mit der kommunal gelenkten Wanzenbekämpfung in Berlin

Von
H. KEMPER und G. HABENICHT

Mit 1 Abbildung

1. Vorbemerkungen

Der Kampf gegen die Bettwanze kann, davon ist man in Fachkreisen schon seit langem überzeugt, keinen endgültigen Erfolg zeitigen, solange er allein von der Initiative der Wohnungsinhaber und Hausbesitzer abhängt. Das Ungeziefer breitet sich, vor allem in Großstädten, leicht von Wohnung zu Wohnung aus. Es wird gewöhnlich nicht gleich nach dem Eindringen, sondern erst dann entdeckt, wenn es sich schon stärker vermehrt hat und bereits wieder eine Gefahr für die Nachbarwohnungen darstellt. Manche Menschen sind gegen Wanzenstiche völlig unempfindlich und merken es daher oft monate- oder jahrelang gar nicht, daß ihre Räume von den tagsüber sehr versteckt sitzenden Tieren befallen sind. Von den übrigen unterlassen es einige aus Mangel an Ordnungs- und Sauberkeitsempfinden oder auch aus falscher Scham, Wirksames gegen die Plage zu unternehmen. Wieder andere sind aus pekuniären Gründen nicht in der Lage, die Bekämpfung so durchzuführen, wie sie es möchten und wie es notwendig wäre. Sie mühen sich immer wieder mit unzulänglichen Mitteln ab, können es sich aber nicht leisten, einen Bekämpfungsfachmann zu beauftragen und resignieren schließlich. Die Meinung, die Wanzenplage sei ein nicht wirksam zu bekämpfendes Übel, ist leider immer noch weit verbreitet.

So kommt es, daß bisher fast nur in den Räumen der wirtschaftlich besser gestellten Inhaber wirksame Gegenmaßnahmen ergriffen wurden, daß daneben aber immer eine Anzahl von meist dicht belegten Wohnungen verwanzt blieb und eine ständig fließende Quelle für den Wiederbefall benachbarter oder anderer Wohnungen darstellte. Um hier Abhilfe zu schaffen, ist von Kennern der Verhältnisse schon vor mehr als 20 Jahren gefordert worden, daß nach einheitlichen Richtlinien und am besten auf kommunaler Ebene allgemeine Bekämpfungen gegen die Wanzenplage durchgeführt würden. Einige Kommunalverwaltungen haben in früheren Jahren diese Anregungen in die Tat umzusetzen versucht (in großzügiger Weise erfolgte die Wanzenbekämpfung bei dem „slums clearing" der englischen Industriestädte). In den meisten Fällen konnten aber die geplanten Bekämpfungsaktionen deswegen nicht durchgeführt werden, weil früher als zuverlässig wirksame Raumentwanzungsmittel nur die Begasungen gelten konnten. Diese machten jedoch die Ausquartierung der Wohnungsinhaber für wenigstens eine Nacht erforderlich, und das stieß bei Großaktionen gewöhnlich auf unüberwindliche Schwierigkeiten.

Nachdem umfangreiche Versuche im Labor und in der Praxis gezeigt hatten, daß die fachmännische Anwendung der neuartigen synthetischen Kontaktinsektizide auch bei der Wanzenbekämpfung einen sicheren und nachhaltigen Erfolg gewährleistet, relativ einfach ist und keine Ausquartierung der Wohnungsinhaber erfordert, entschloß sich die Gesundheitsverwaltung von Berlin gleich, nachdem die größten Schwierigkeiten der ersten Nachkriegszeit überwunden waren, eine allgemeine, kommunal gelenkte Entwanzung durchzuführen. Mitbestimmend für diesen Entschluß war es, daß manchmal behauptet wurde, Berlin sei die am stärksten verwanzte Stadt Deutschlands. (Diese Behauptung ist unseres Erachtens wohl zu keiner Zeit richtig gewesen.)

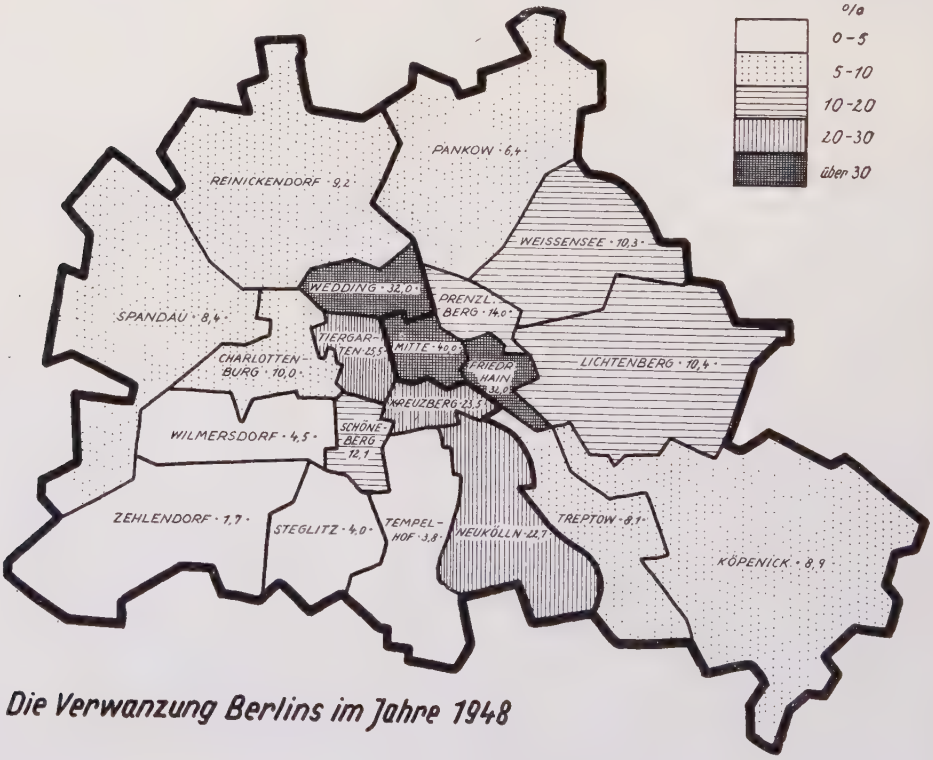
Den zuständigen Dienststellen und Bekämpfungsfachleuten in anderen Städten dürfte es erwünscht sein, daß wir im Nachfolgenden über die bei den hiesigen Bekämpfungsaktionen gemachten Erfahrungen kurz berichten.

2. Die durchgeführten Aktionen

Die große räumliche Ausdehnung und Einwohnerzahl Berlins machten es erforderlich, vor Durchführung von Entwanzungsaktionen genau zu überlegen, in welchem Rahmen die Entwanzung vorgenommen werden sollte. Experimente mit ungewissem Ausgang konnte sich Berlin nicht leisten. Allgemein-organisatorische, rechtliche, finanzielle, personelle Erwägungen u. v. a. m. mußten angestellt werden. Am Anfang aber stand ein statistischer Überblick über die tatsächliche Verwanzungshäufigkeit. Bevor nun die Entwanzung der Wohnungen in Angriff genommen wurde, sammelten wir die ersten größeren Erfahrungen durch die Entwanzung der öffentlichen Gebäude (Krankenhäuser, Schulen, Heime der Jugend-, Waisen- und Alterspflege usw., Gefängnisse, Polizeiunterkünfte, Behördenhäuser, Lager u. dgl.). Die Probeentwanzung verschiedener Krankenhäuser war dem bereits vorausgegangen, und die Ergebnisse ermutigten uns so, daß 1948 auch schon ein Verwaltungsbezirk (der im sowjetischen Sektor gelegene Bezirk Mitte, der mit 40,0 % die stärkste Verwanzung in ganz Berlin aufwies) für die Gesamtentwanzung vorgesehen wurde. Wir gingen von dem Gedanken aus, daß die Bekämpfung einer Verwanzung eher ein abschnitts-

weises Vorgehen gestattet als etwa die Bekämpfung der Rattenplage. 1949 sollten dann die beiden Bezirke erfaßt werden, die nach Mitte am stärksten befallen waren, und in den kommenden Jahren die weiteren Bezirke. Aber abgesehen von der politischen Spaltung der Stadt, erwies sich dieser Plan auch sonst als unpraktisch. Es stellte sich nämlich bald heraus, daß es niemals gelingen kann, bestimmte Regionen in einem Jahre völlig wanzenfrei zu machen, so daß jährlich wiederholte Bekämpfungen in der betreffenden Region erforderlich sind. Wir entschlossen uns daher, in dem ganzen bei unserer Verwaltung verbliebenen Stadtgebiet von Westberlin (12 Bezirke) jährlich eine Bekämpfung durchzuführen, und zwar so lange, als es der Grad der Verwanzung erforderlich macht. Die gemachten Erfahrungen gaben der optimistischen Erwartung durchaus recht, daß es möglich sei, auch in einem sehr großen Gebiet gleichzeitig eine Entwanzung vorzunehmen. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein einer genügend großen Anzahl zuverlässiger Schädlingsbekämpfungs-Betriebe. Diese Voraussetzung ist in Berlin gegeben (vgl. weiter unten). Es wurden die folgenden Aktionen durchgeführt:

1. Statistische Erhebung: Zwischen dem 15. 5. und 1. 7. 1948 wurden in allen 20 Verwaltungsbezirken der Stadt alle öffentlichen Gebäude und Massenunterkünfte (Krankenhäuser, Altersheime, Kindergärten, Schulen, Verwaltungsgebäude, Hotels, Pensionen, Bahnhofsgebäude, Theater, Kinos, Polizeiwachen und Feuerwehrwachen) sowie jede 5. Wohnung durch rund 200 nach ihrer Eignung sorgfältig ausgesuchte und über ihre



Die Verwanzung Berlins im Jahre 1948

Aufgabe eingehend unterrichtete Personen durch Befragen das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein und der Grad einer etwaigen Verwanzung ermittelt. — Über die Einzelheiten der Durchführung dieser Untersuchung, sowie über deren Ergebnisse wurde von KEMPER und SCHMIDTGALL 1949 *) eingehend berichtet. Die Ergebnisse dieser statistischen Erhebungen waren nicht nur als Unterlage für die geplanten Bekämpfungsmaßnahmen notwendig; sie sollten auch zur Klärung einer Reihe mehr wissenschaftlich wichtiger Fragen dienen, z. B. der Frage nach den Beziehungen der Verwanzungshäufigkeit zur Siedlungsdichte, zur Größe, Belegungsstärke und Lage der Wohnung innerhalb des Gebäudes, zum baulichen Zustand und Alter des Hauses, zur sozialen Lage der Bevölkerung usw.

2. Entwanzung der öffentlichen Gebäude und Massenunterkünfte: Zwischen dem 18. 10. und 30. 11. 1948 wurden alle bei der statistischen Untersuchung als verwanzt ermittelten Objekte behandelt und zwar hauptsächlich durch städtische Desinfektoren. Diese waren kurz vorher durch die Fachwissenschaftler des Robert-Koch-Institutes in einem einwöchigen Lehrgang für diese spezielle Aufgabe ausgebildet worden.

3. Wohnungsentwanzung im Bezirk Mitte: Die Inhaber verwanzter Wohnungen in diesem Verwaltungsbezirk wurden auf Grund der „Anordnung über die Wanzenbekämpfung vom 6. 10. 1948" verpflichtet, ihrem Bezirksgesundheitsamt den Befall zu melden. Dann wurden die gemeldeten Wohnungen zwischen dem 18. 10. und 30. 11. 1948 entwanzt, und zwar in den allermeisten Fällen durch gewerbliche Schädlingsbekämpfer. (Von dem Recht auf „Selbstentwanzung" nach Anleitung und unter Kontrolle städtischer Desinfektoren machten nur wenige Wohnungsinhaber Gebrauch.) Daß zunächst nur dieser Bezirk berücksichtigt wurde, geschah aus drei Gründen: 1. weil er am stärksten befallen war, 2. weil der fortgeschrittenen Jahreszeit wegen eine größere Aktion nicht mehr angebracht erschien (die Wintermonate sind — zumal bei einer Kohlenknappheit, wie sie damals herrschte — für Wanzenbekämpfungsmaßnahmen nicht recht geeignet), und 3. weil zunächst einmal Erfahrung gesammelt werden sollte.

4. Wohnungsentwanzung in den Bezirken Wedding und Tiergarten: Am 30. 11. 1948 war die endgültige Spaltung der Berliner Verwaltung erfolgt, so daß von jetzt ab — weil die Ostberliner Verwaltung sich nicht beteiligte — die Bekämpfung nur in Westberlin weitergeführt werden konnte. Bearbeitet wurden nach der Winterpause zwischen dem 15. 5. und 30. 6. 1949 zunächst nur die obengenannten, stark befallenen Bezirke, die beide eine dichte Besiedlung aufweisen, und von denen der erstgenannte stark zerbombt ist. Die Entwanzung geschah — nachdem am 7. 4. 1949 zu der oben erwähnten „Anordnung" eine Durchführungsanweisung erlassen worden war — nach dem gleichen Modus wie im Jahre vorher im Bezirk Mitte. Bei ihr stellten sich größere Schwierigkeiten dadurch ein, daß wegen der inzwischen erfolgten Währungsumstellung bei den Hauseigentümern eine starke Geldknappheit eingetreten war.

*) Ztschr. f. hyg. Zoologie u. Schädlingsbekämpfung. Jg. 37, S. 161—187, 1949.

5. Wohnungsentwanzung in allen Westberliner Bezirken 1949: Nachdem vom Magistrat am 19. 8. 1949 eine neue „Polizeiverordnung über die Bekämpfung von Wanzen" und dazu eine Ausführungsanweisung erlassen waren, wurde auf Grund derselben in sämtlichen nicht zum Ostsektor gehörenden Verwaltungsbezirken (Wedding, Tiergarten, Kreuzberg, Neukölln, Schöneberg, Charlottenburg, Reinickendorf, Spandau, Wilmersdorf, Steglitz, Tempelhof und Zehlendorf) zwischen dem 1. 9. und 20. 10. 1949 die Entwanzung aller als befallen gemeldeten Wohnungen durchgeführt. In der technischen Durchführung unterschied sich diese Aktion nicht wesentlich von den vorausgegangenen.

6. Wohnungsentwanzung in allen Westberliner Bezirken 1950: Sie fand statt zwischen dem 1. 7. und 30. 9. 1950 und zwar nach dem gleichen Modus wie die Aktion des Vorjahres. — Z. Zt. (Juni 1951) ist wieder eine Aktion im Gange, die diesmal einen größeren Zeitraum (15. 5. — 15. 9. 1951) umfaßt.

Über die verwaltungsmäßige Vorbereitung, die rechtliche Grundlage und die Einzelheiten der organisatorischen Durchführung der Aktionen, insbesondere auch über die Mitbeteiligung der Wohnungsämter, der Sozialämter und anderer Stellen liegt eine Veröffentlichung von HABENICHT (1949) *) vor, auf die hier verwiesen sei.

3. Die verwendeten Bekämpfungsmittel

Bei den ersten Aktionen durften von den Schädlingsbekämpfern, den Desinfektoren und auch von Wohnungsinhabern und Hauseigentümern, die selbst entwanzen wollten, nur flüssige DDT-haltige Präparate (entweder gebrauchsfertige Sprühmittel oder zu verdünnende Emulsionen) entsprechend der Gebrauchsanweisung benutzt werden. Vom Jahre 1950 an sind auch flüssige Hexamittel zugelassen. Die verwendeten Präparate mußten vom Robert-Koch-Institut amtlich als geeignet anerkannt sein.

Von der Anwendung pulverförmiger Präparate wurde abgesehen, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß diese z. T. wohl eine gute wanzentötende Wirkung besitzen, daß es aber in der Praxis meist nicht zu erreichen ist, alle als Aufenthaltsstellen der Tiere in Betracht kommenden Ritzen und Fugen mit ihnen so zu behandeln, daß der Erfolg vollauf gewährleistet ist. Auch die heute in großer Zahl auf dem Markt befindlichen Räuchermittel (größtenteils auf Hexa-Basis) wurden für die amtlichen Aktionen nicht zugelassen, obwohl manche von ihnen als geeignet zur Wanzenabtötung anerkannt sind. Mit ihnen ist auf sehr bequeme Weise eine gute Sofortwirkung, in der Regel aber nicht eine länger anhaltende Dauerwirkung zu erzielen, und auf die letztere mußte bei den kommunal gelenkten Maßnahmen größter Wert gelegt werden.

Genaue Zahlen darüber, in welchen Mengen die einzelnen zugelassenen Präparate benutzt wurden, ließen sich nicht ermitteln. Nach Aussage gewerblicher Schädlingsbekämpfer wurden auch im Jahre 1950 in mindestens $^9/_{10}$ der Fälle die DDT-Mittel den Hexamitteln vorgezogen.

*) Ztschr. f. hyg. Zoologie u. Schädlingsbekämpfung. Jg. 37, S. 349—362, 1949.

Während der Bekämpfungsaktionen mußte in mehreren Fällen festgestellt werden, daß sich Hausierer in Ausnutzung der Konjunktur unberechtigt als Schädlingsbekämpfer und als Beauftragte der Gesundheitsämter ausgaben, den Wohnungsinhabern zur Selbstanwendung Wanzenmittel anboten, die sich bei der Prüfung des Robert-Koch-Institutes als ungeeignet erwiesen, oder auch die Bekämpfung zu Schleuderpreisen selbst durchführen wollten. Die betrügerischen Machenschaften ließen sich — vor allem weil die zugelassenen Schädlingsbekämpfer sehr darauf achteten — durch die Polizei meist unterbinden, ehe sie das Vertrauen zu den Aktionen bei der Bevölkerung in stärkerem Maße erschüttern konnten.

Die Bevölkerung selbst war meist recht ahnungslos und ist ja auch kaum in der Lage, von vornherein Gutes vom Schlechten zu unterscheiden. Deshalb ist die im eigenen Interesse durchgeführte Mitarbeit der Schädlingsbekämpfer unentbehrlich. Jedenfalls fielen doch recht viele Hausbesitzer auf die schwindelhaften und viel zu billigen Angebote (8 bis 10 Dpf. je cbm!) herein, und in einem Falle wurde ein Schwindelpräparat nicht nur in Versammlungen der Hausbesitzervereine vom Vorstand, sondern auch im Organ dieser Vereine ausdrücklich empfohlen, obwohl es natürlich in der Verordnung nicht unter den zugelassenen Mitteln aufgeführt war.

4. Die festgestellten Bekämpfungserfolge

Der Erfolg der Aktion 2 (öffentliche Gebäude), und zwar sowohl der Sofort- als auch der Dauererfolg, wurde von den Gesundheitsämtern durchweg als sehr gut angegeben. Leider war es nicht möglich, im Anschluß an die Aktionen 3 (Bezirk Mitte) und 4 (Wedding und Tiergarten) Erfolgskontrollen durchzuführen; im ersteren Falle deswegen, weil infolge der inzwischen eingetretenen Spaltung der Stadtverwaltung dem Magistrat eine Betätigung in dem ostsektoralen Bezirk Mitte nicht möglich war, im zweiten Fall, weil die Einführung der Westmark als alleiniges Zahlungsmittel den Hausbesitzern, den gewerblichen Schädlingsbekämpfern und den Verwaltungsstellen vorübergehend große Schwierigkeiten bereitet hat.

Im Anschluß an die in den Sommermonaten 1949 und 1950 durchgeführten Entwanzungen ergab sich für die Westberliner Gesundheitsämter eine genauere Erfolgsübersicht. Städtische Desinfektoren suchten nach Ablauf der Aktionen stets einen großen Prozentsatz der vorher als verwanzt gemeldeten Wohnungen, manchmal auch alle diese Wohnungen auf, befragten die Inhaber und untersuchten in einigen Fällen die betreffenden Räume auf evtl. noch vorhandenen Befall. Die von den Wohnungsinhabern oder Hauseigentümern selbst durchgeführten Entwanzungen wurden in jedem Falle auf ihren Erfolg hin geprüft. Die gewerblichen Schädlingsbekämpfer waren ebenso wie auch die städtischen Desinfektoren verpflichtet, die vorgenommenen Bekämpfungen dem zuständigen Bezirksgesundheitsamt zu melden. Sie hatten sich bereit erklären müssen, die Maßnahme unentgeltlich zu wiederholen, wenn sich drei Wochen nachher noch oder wieder Wanzenbefall zeigte. Dies war der Öffentlichkeit durch Presse und Rundfunk bekannt, und es darf deswegen angenommen werden, daß die Fälle, in denen nicht erfolgreich gearbeitet worden war, fast sämtlich dem zuständigen Geundheitsamt gemeldet worden sind. Bei den Aktionen von 1949 und 1950 dürften also die Erfolgskontrollen ein zutreffendes Bild von dem tatsächlich erzielten Resultat ergeben haben.

Dieses Resultat ist aus den Tabellen I und II für die 12 Verwaltungsbezirke Westberlins zu entnehmen.

Tabelle I: 1949

Verwaltungsbezirk	Als verwanzt wurden statistisch erfaßt: Öffentl. Gebäude	Betriebe	Wohnungen	Entwanzungen wurden durchgeführt von: Desinfektoren	Schädlingsbekämpfern	Wohnungsinhabern	wiederholt werden mußten	durch Sozialamt bezahlt	Strafanzeigen
Kreuzberg	1	0	4080	51	2625	8	3	7	0
Zehlendorf	3	1	107	16	92	3	—	0	0
Schöneberg	7	13	644	10	822	36	0	10	7
Steglitz	11	0	227	20	141	63	1	10	0
Tempelhof	3	0	484	61	423	3	5	73	0
Neukölln	19	0	1789	150	1800	—	10	40	0
Tiergarten	11	6	2405	43	1880	126	—	2	18
Charlottenbg.	5	0	1255	11	926	141	6	1	0
Spandau	3	0	1093	59	844	61	4	8	0
Wilmersdorf	33	7	583	259	293	71	2	0	0
Wedding	8	0	2841	36	1732	31	0	14	11
Reinickendorf	15	0	355	20	301	13	5	8	10
Westberlin	119[1])	27[2])	15863[3])	736	11879	556	36	173	46
	16 009			13 171			=0,27%		

[1]) mit durchschnittlich 3,5 verwanzten Einzelräumen
[2]) " " 3,9 " "
[3]) " " 1,96 " " ; 990 der befallenen Wohnungen waren nicht durch Meldung der Inhaber, sondern auf andere Weise den Bezirksgesundheitsämtern zur Kenntnis gekommen

Tabelle II: 1950

Verwaltungsbezirk	Als verwanzt wurden statistisch erfaßt: Öffentliche Gebäude	Wohnungen	Entwanzungen wurd. durchgeführt von: Desinfektoren	Schädlingsbekämpfern	Wohnungsinhabern	wiederholt werden mußten	Kostenerstattungsanträge: wurden gestellt	genehmigt	Strafanzeigen
Kreuzberg	15	915	31	1114	9	1	32	32	72
Zehlendorf	5	69	5	67	1	3	8	6	0
Schöneberg	3	1071	3	903	8	0	40	38	1
Steglitz	1	248	19	217	23	0	20	20	0
Tempelhof	9	314	11	292	13	0	27	19	8
Neukölln	0	1501	3	847	48	0	52	47	55
Tiergarten	7	581	10	481	40	—	3	3	9
Charlottenbg.	1	1228	5	973	152	2	21	20	51
Spandau	1	248	139	303	20	0	12	11	2
Wilmersdorf	11	364	47	318	10	0	24	19	0
Wedding	10	1209	14	1023	70	3	10	9	4
Reinickendorf	0	310	2	277	25	0	22	17	0
Westberlin	63[1])	8058[2])	289	6815	419	9	271	241	245
	8121		7523						

[1]) mit durchschnittlich 5,25 verwanzten Einzelräumen
[2]) " " 1,54 " " ; 671 der befallenen Wohnungen waren nicht durch Meldung der Inhaber, sondern auf andere Weise den Bezirksgesundheitsämtern zur Kenntnis gekommen

Auffällig und erfreulich gering ist die Zahl der Fälle, in denen eine Wiederholung der Bekämpfung notwendig war. Sie beweist einmal, daß die angewandten Bekämpfungsmittel eine gute und nachhaltige Wirksamkeit besaßen und weiterhin, daß die gewerblichen Schädlingsbekämpfer und die für die Arbeiten herangezogenen städtischen Desinfektoren fachkundig und sorgfältig gearbeitet haben. Da es, wie erwähnt, allen Beteiligten bekannt war, daß die Möglichkeit der kostenlosen Wiederholung bestand,

wenn sich innerhalb von drei Wochen wieder Wanzen zeigten, ist kaum anzunehmen, daß der geringe Prozentsatz den tatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht. Aus den Berichten der Schädlingsbekämpfer und Desinfektoren geht auch hervor, daß der Dauererfolg ebenso gut war, d. h., daß auch nach Monaten und nach Jahresfrist keine Wanzen mehr gefunden wurden. Die Erfolge sind so erfreulich, daß viele Wohnungsinhaber ihrem Erstaunen über das unerwartete Resultat Ausdruck geben.

Bei der Bewertung der Tabellen muß berücksichtigt werden, daß in den einzelnen Bezirken recht unterschiedlich gearbeitet wurde. Je nach dem Interesse, das die Gesundheitsämter den vom Landesgesundheitsamt angeordneten Maßnahmen entgegenbrachten, nach dem zur Verfügung stehenden Kontrollpersonal und der Zusammenarbeit mit den Obleuten und den einzelnen Schädlingsbekämpfungsfirmen ergibt sich ein verschiedenes Bild. In einzelnen Bezirken bleibt die Zahl der durchgeführten Entwanzungen nicht unerheblich hinter den gemeldeten Objekten zurück; in anderen wieder ist es umgekehrt, weil hier durch fleißige Nachfragen mehr Objekte ausfindig gemacht wurden, als auf Grund der Polizeiverordnung tatsächlich durch die Wohnungsinhaber gemeldet worden waren. Insgesamt aber dürfte sich ein zutreffendes Bild von den erzielten Erfolgen ergeben. Danach wurden in Westberlin 1949 bei 16 009 gemeldeten Objekten 13 171 = 82,3%, und 1950 bei 8121 gemeldeten Objekten 7523 = 92,6% entwanzt. Der Rückgang der Meldungen von einem zum anderen Jahr zeigt einen echten Rückgang der Verwanzung an, obwohl wir uns darüber klar sind, daß viele Verwanzungen infolge Unkenntnis, Indolenz, Besorgnis vor den Kosten und auch allgemeiner Opposition gegen behördliche Maßnahmen gar nicht erst zur Kenntnis der Gesundheitsbehörde gekommen sind (vgl. unten, Tabelle III).

Daß nicht alle gemeldeten Objekte tatsächlich entwanzt wurden, hat verschiedene Gründe. Der wichtigste ist der Widerstand der Kostenpflichtigen. Trotz großen Entgegenkommens der Gesundheitsämter mußten im Jahre 1949 46 und im Jahre 1950 245 Eigentümer, die offensichtlich böswillig (also nicht nur aus Geldmangel) Widerstand leisteten, der Zwangsgeldfestsetzung zugeführt werden. Bei den übrigen, die der Entwanzungspflicht nicht nachkamen, liegt Geldmangel oder Unaufmerksamkeit der Pflichtigen vor. Hier wurde entweder Fristverlängerung gewährt, oder die Gesundheitsämter gingen den Fällen mangels Interesse oder Personal nicht im erforderlichen Maße nach. Hier lassen sich bei künftigen Aktionen noch Verbesserungen erzielen. Für die Entwanzung der Wohnungen von Sozialunterstützungsempfängern, die einerseits nicht zahlungsfähig und andererseits durch Mietvertrag zur Tragung der Kosten verpflichtet waren, mußte die öffentliche Hand (1949 das Sozialamt, 1950 das Gesundheitsamt) die Kosten übernehmen. Dies war 1949 in 173 und 1950 in 241 Fällen der Fall (vgl. auch den übernächsten Abschnitt).

5. Zwangsmaßnahmen

Es liegt im Wesen einer behördlichen Bekämpfungsaktion, gleichgültig ob sie auf Grund einer Polizeiverordnung oder sonst durchgeführt wird, daß ohne die Androhung von Zwangsmaßnahmen nicht auszukommen ist. In der Verordnung war ein Zwangsgeld bis zur Höhe von 50 DM angedroht. Dieses Vorgehen erwies sich als wesentlich zweckmäßiger als die

Androhung einer Bestrafung auf Grund des § 327 des Strafgesetzbuches; es ermöglicht eine Ahndung dieser Bagatellverstöße ohne Inanspruchnahme des Staatsanwaltes; beim polizeilichen Zwangsgeld handelt es sich nicht um eine ins Strafregister einzutragende Strafe. Es war dies ja auch ein wesentlicher Grund dafür gewesen (solange den Gesundheitsbehörden bei Verstößen gegen die Gesundheitsgesetze nicht die Möglichkeit der Verhängung von Zwangsgeld eingeräumt ist), das Polizeiverwaltungsgesetz und nicht die Verordnung zur Bekämpfung übertragbarer Krankheiten zur Grundlage unserer Maßnahmen zu machen.

Die Gesundheitsämter waren außerdem angewiesen, von der Möglichkeit einer Zwangsgeldfestsetzung nur dann Gebrauch zu machen, wenn offensichtlich böser Wille vorlag und nicht etwa nur Zahlungsunfähigkeit. Dies erklärt die geringe Zahl von Zwangsmaßnahmen (vgl. die letzte Spalte der Tabellen): 1949 wurden insgesamt 46 und 1950 245 Festsetzungen von Zwangsgeld, meist in der Höhe von etwa 20 DM, vorgenommen. Die Festsetzung geschah durch das Landesgesundheitsamt (nicht durch die Gesundheitsämter), weil die gesundheits-polizeilichen Befugnisse zur Zeit noch ausschließlich der Zentralinstanz obliegen (da dies unzweckmäßig ist, soll in absehbarer Zeit hierin eine Änderung eintreten). Immerhin konnten auf diese Weise einheitliche Erfahrungen gewonnen werden. Die einzelnen Amtsärzte machten, je nach ihrer Einstellung, in sehr unterschiedlichem Umfange von der Möglichkeit Gebrauch, Verstöße an das Landesgesundheitsamt zwecks Zwangsgeldfestsetzung zu melden; einzelne Bezirke sahen ganz davon ab. Dies scheint uns ebenso unrichtig zu sein, wie ein übertriebenes Vorgehen. Es darf in der Bevölkerung (hier vor allem unter den Hausbesitzern) auf keinen Fall der Eindruck entstehen, als verleihe die Behörde ihren eigenen Anordnungen nicht den gehörigen Nachdruck. Dies würde sich sehr bald herumsprechen, und der Gesamterfolg wäre völlig in Frage gestellt. Andererseits sollte bei erwiesener Nichtböswilligkeit wohlwollend verfahren und von der Möglichkeit, längere Fristverlängerungen (bis zu einem Jahre) für die Entwanzung zu gewähren, großzügig Gebrauch gemacht werden. Dies geschah denn auch in großem Umfange. Hauptsache bleibt, daß das Gesundheitsamt die betreffenden Objekte im Auge behält und eines Tages doch noch — mit oder ohne Zwangsmaßnahmen — die Entwanzung durchsetzt. Eine entsprechende Listenführung bei den Gesundheitsämtern ist hierzu unentbehrlich. Da eine Verwanzung meist keine unmittelbare Seuchengefahr bedeutet und mehr einen allgemeinhygienischen Übelstand darstellt, der noch dazu überwiegend nicht die Allgemeinheit, sondern nur das Individuum bzw. die Wohngemeinschaft bedroht, läßt sich bei der Wanzenbekämpfung im Gegensatz etwa zu Desinfektionsmaßnahmen eine abwartende Haltung durchaus vertreten.

Es darf gesagt werden, daß die betroffenen Bevölkerungskreise, insbesondere die Wohnungsinhaber, im großen und ganzen eine erfreulich gute Bereitschaft zeigten, den Entwanzungsanordnungen nachzukommen. Von den meisten wurde die behördliche Initiative sehr begrüßt; dies geht immer wieder aus den Angaben der beteiligten Schädlingsbekämpfer und Desinfektoren hervor. Der Umstand, daß wir bewußt dem Wohnungsinhaber die Meldepflicht auferlegten, während im Regelfalle der Hauseigentümer der Kostenpflichtige war, kam uns dabei sehr zustatten. Es ist dies für den Erfolg einer behördlichen Wanzenbekämpfung ein recht wichtiger Punkt. Weiter erwies sich als wichtig, immer wieder zu kontrollieren und notfalls öfter zu mahnen, wobei es sehr auf die Geschicklichkeit der kontrollierenden Desinfektoren ankam, mit dem Publikum umzugehen und ihm die Notwendigkeit der getroffenen Maßnahmen nahezubringen. Die Verhältnisse lagen hier sehr verschieden, und wir sind noch weit davon entfernt, den Idealzustand erreicht zu haben. Nach unseren Erfahrungen sind Jahre notwendig, um eine so neuartige Aktion wie eine behördliche Wanzenbekämpfung zu einem selbstverständlichen Bestandteil des allgemeinen Bewußtseins (der Gesundheitsbehörden wie der betroffenen Bevölkerung) zu machen.

Es sei noch kurz erwähnt, daß von den 291 Betroffenen, gegen die ein Zwangsgeld festgesetzt werden mußte, 68 die Zahlung ohne weiteres bewirkten und dann die Ent-

wanzung noch durchführten. In 23 Fällen wurde das Zwangsgeld auf eine Eingabe hin ermäßigt, in 75 Fällen erlassen. In 85 Fällen mußte es beigetrieben werden. In 40 Fällen erhob der Polizeipflichtige Klage vor dem Verwaltungsgericht, wurde aber in allen Fällen abgewiesen, oder die Behörde fand sich zu einem billigen Vergleich bereit. Die Verwaltungsgerichte bestätigten stets die Rechtsgültigkeit der erlassenen Polizeiverordnung bzw. der Ausführungsanweisungen.

6. Kosten

1. Für die Stadt entstanden verhältnismäßig nur geringe Ausgaben. Von der 1948 durchgeführten Groß-Statistik, die bei der Größe der 3-Millionen-Stadt einen erheblichen Personalaufwand erforderte, sei hier abgesehen. Für die Durchführung der Bekämpfung und ihre Überwachung wurde kein zusätzliches Personal eingestellt. Die vorhandenen Desinfektoren widmeten sich diesen Aufgaben in anerkennenswerter Weise neben ihren sonstigen Dienstpflichten. Zweifellos wären die Ergebnisse besser gewesen, wenn wir besonderes Personal hätten einstellen können (vor allem die so notwendigen Kontrollen wären besser durchgeführt worden), aber die Finanzlage ließ es nicht zu. Für die Entwanzung durch Desinfektoren wurden etwa 4100 kg DDT-Sprühmittel verbraucht, was im Großeinkauf einer Ausgabe von etwa 11 000 DM entspricht, d. h. jährlich ¼ Dpf auf den Kopf der Bevölkerung. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß außer den öffentlichen Gebäuden (182 einschl. der halböffentlichen oder privaten Einrichtungen der Gesundheits- und Wohlfahrtspflege) auch 843 Wohnungen durch Desinfektoren entwanzt wurden, bei denen von vornherein infolge der großen Bedürftigkeit der Inhaber und der Unerreichbarkeit oder offensichtlichen Zahlungsunfähigkeit der Eigentümer feststand, daß die öffentliche Hand eintreten müßte. Die Bekämpfungsgeräte standen meist von anderen Aktionen (z. B. von der Anophelesbekämpfung) zur Verfügung, so daß hier kaum Ausgaben erforderlich wurden. Die nachträglich gestellten Anträge auf Kostenübernahme durch das Sozialamt, deren genaue Anzahl nicht bekannt ist, wurden 1949 in 173 Fällen berücksichtigt, was einer Gesamtausgabe von etwa 4325 DM entspricht (25 DM je Wohnung). Die Sozialämter gingen hierbei in den einzelnen Bezirken sehr verschieden vor und berücksichtigten zum Schaden der Sache nur einen Bruchteil der Anträge. Deshalb wurden 1950 Mittel im Gesundheitsetat bereitgestellt. Von 271 gestellten Kostenanträgen wurden nach Prüfung 241 genehmigt; sie erforderten 6304,83 DM (26,16 DM je Wohnung). Für die Plakatierung der Anordnungen entstanden jährlich etwa 1100 DM Kosten. Sehr erwünscht wäre gewesen, wenn wir eine großzügigere Aufklärung hätten betreiben können (z. B. durch Zeitungsinserate, Diapositive in Kinos, Plakatwerbung, evtl. Reklamekurzfilm u. dgl.), aber hierfür standen keine Geldmittel bereit. Dies bleibt bedauerlich und beeinträchtigt den Erfolg nicht unwesentlich.

2. Die Hauseigentümer hatten grundsätzlich für die Entwanzung in ihren Grundstücken aufzukommen. Die Schädlingsbekämpfer hatten sich bereiterklärt, im Rahmen der beiden Aktionen für einen Preis von 26 Dpf für jeden cbm befallenen Raumes zu arbeiten. Dieses Entgegenkommen (galt dieser niedrige Preis doch sonst nach den Richtlinien des Preisamtes nur für allergrößte Objekte) war möglich, weil die Firmen während der Aktionen zahlreiche und regionär zusammengehörige Aufträge erhielten. Zahlreiche Eigentümer, besonders auch Wohnungsgesellschaften, die die gebotenen Vorteile erkannten, beteiligten sich gern;

andere wieder weigerten sich aus wirklichem oder angeblichem Geldmangel. Wenn die Meldepflicht den Eigentümern obgelegen hätte, wären wesentlich weniger verwanzte Objekte gemeldet worden; aber auch so wurde vereinzelt davon berichtet, daß von seiten des Eigentümers ein unzulässiger Druck auf den Mieter ausgeübt wurde, die Meldung zu unterlassen. In vielen Fällen wurden die Kosten durch freie Vereinbarung geteilt. In anderen Fällen war der Mieter vertraglich verpflichtet, die Entwanzungskosten dem Vermieter zu erstatten; polizeipflichtig blieb stets der Eigentümer. Seit unseren Entwanzungsaktionen werden in Berlin fast nur noch Mietverträge mit der Ungezieferklausel abgeschlossen oder die Klausel nachträglich in die Verträge eingefügt. Dies dürfte in der Zukunft eine Erschwerung insofern bedeuten, als nun die Mieter der Meldepflicht in vielen Fällen nicht mehr nachkommen werden. Die Durchschnittskosten je entwanzter Raum belaufen sich nach Angaben eines großen Schädlingsbekämpfungsbetriebes, der allein 1949 etwa 3900 Räume mit etwa 210 000 cbm Rauminhalt entweste, auf etwa 14 DM. Da wir durchschnittlich je befallene Wohnung etwa 1,8 verwanzte Räume rechnen, entfallen auf eine Wohnung an Kosten etwa 25,20 DM. Im Verhältnis zu den früher üblichen Entwanzungskosten mittels Durchgasungsverfahren, und auch im Vergleich zu den Kosten, die jetzt noch bei individuellem Vorgehen ohne behördliche Großinitiative entstehen, dürfte dieser Betrag bei Berücksichtigung des fast hundertprozentigen Erfolges recht niedrig sein.

3. Die Mieter konnten, wie erwähnt, soweit sie kostenpflichtig waren, bei Bedürftigkeit einen Antrag auf Kostenübernahme durch die Stadt stellen. Bei künftigen Aktionen dürfte der Anteil dieser Anträge noch zunehmen, da die Mietverträge umgestellt wurden. Soll die Aktion auch in Zukunft erfolgreich sein, so wird die öffentliche Hand nicht darum herumkommen, mehr Mittel hierfür bereitzustellen. Es muß dies bei der Bedeutung für die Arbeitsfähigkeit und das Wohlbefinden der Betroffenen eine ebenso selbstverständliche öffentliche Pflicht werden, wie etwa die Desinfektion. Schwierig wird es allerdings sein, zahlungsfähige Mieter zur Entwanzung zu zwingen, da die Tatsache der Verwanzung der Behörde gar nicht erst zur Kenntnis kommt. Bestrebungen mancher Schädlingsbekämpfer, eine allgemeine Überprüfung aller Wohnungen auf Wanzenbefall vorzunehmen, können allerdings aus allgemeinen Erwägungen nicht befürwortet werden.

7. Diskussion

Den kommunal gelenkten Entwanzungsaktionen in Berlin standen einige besondere Schwierigkeiten entgegen, mit denen in anderen Städten und zu anderen Zeiten nicht gerechnet zu werden braucht.

Die Großräumigkeit des Stadtgebietes, die Größe der Bevölkerungszahl und die Verschiedenartigkeit der Wohnverhältnisse in den einzelnen Bezirken stellen bei einer ganz neuartigen Aktion wie dieser in verwaltungstechnischer und organisatorischer Hinsicht sehr hohe Anforderungen.

Sehr nachteilig wirkten sich zwei schon erwähnte nicht vorhersehbare Ereignisse aus: Die Spaltung der Stadtverwaltung und die letzte „Währungsreform". Durch die erstgenannte wurde vor allem die Organisation der Maßnahmen für einige Zeit stark beeinträchtigt. Durch die „Einführung der Westmark als alleiniges Zahlungsmittel" wurden die Westberliner Hausbesitzer, die schon in der ganzen Nachkriegszeit im Verhältnis zu

Westdeutschland schlecht situiert waren, weil in Berlin keine Wohnungsknappheit herrschte, vorübergehend in eine äußerst prekäre Lage gebracht und waren deshalb z. T. nicht so geneigt, die Kosten der Entwanzung auf sich zu nehmen, wie sie es zu anderen Zeiten sicherlich gewesen wären.

Diesen Schwierigkeiten standen einige für die Aktion recht günstige Faktoren gegenüber. Zu nennen ist einmal die Tatsache, daß in Berlin ständig die Möglichkeit einer engen Zusammenarbeit zwischen der Gesundheitsverwaltung und der Fachwissenschaft gegeben war, und daß diese Möglichkeit besonders in den Nachkriegsjahren sehr gut ausgenutzt wurde. Weiterhin ist zu erwähnen, daß in Berlin nicht nur absolut, sondern auch relativ viel mehr gewerbliche Schädlingsbekämpfer ansässig sind, als in anderen deutschen Städten, daß der Beruf hier gut organisiert, als Lehrberuf anerkannt, intensiv ausgebildet und einer fachlichen Prüfung unterworfen ist. (Gut bewährt haben sich die vom Robert-Koch-Institut jeden Monat veranstalteten Ausspracheabende, auf denen die Schädlingsbekämpfer immer wieder mit Neuerungen auf ihrem Arbeitsgebiet vertraut gemacht werden.) Daß auch die für die Entwanzung herangezogenen Desinfektoren vorher gründlich unterrichtet worden waren, wurde bereits gesagt. Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß der Bevölkerung Berlins gegenüber allen neuen und ungewöhnlichen Maßnahmen eine besonders große Aufgeschlossenheit zu eigen ist.

Es konnte natürlich nicht erwartet werden, daß durch ein oder zwei allgemeine Entwanzungsaktionen die Verwanzung in Berlin restlos beseitigt würde. In der Tabelle III sind für die einzelnen Westberliner Verwaltungsbezirke angegeben unter

A die Prozentsätze der Wohnungen, die bei der statistischen Erhebung im Sommer 1948 als verwanzt festgestellt wurden;
B die Gesamtzahl der Wohnungen am 31. 12. 50 nach den Angaben des Amtes für Statistik;
C die aus A und B errechneten Zahlen der Wohnungen, die vor den Bekämpfungsaktionen theoretisch als verwanzt anzunehmen wären;
D die Zahlen der 1949 und 1950 tatsächlich durchgeführten Entwanzungen;
E der theoretisch anzunehmende Prozentsatz der Wohnungen, die befallen waren, jetzt aber entwanzt sind.

Tabelle III

Bezirk	A (in Prozent)	B	C	D	E (in Prozent)
Kreuzberg	23,5	77 752	18 271	3 838	21,0
Zehlendorf	1,7	22 356	380	184	48,4
Schöneberg	12,1	61 899	7 489	1 728	23,7
Steglitz	4,0	41 527	1 661	483	29,8
Tempelhof	3,8	36 962	1 404	803	57,8
Neukölln	22,7	99 150	22 507	2 848	12,6
Tiergarten	25,5	38 410	9 794	2 580	26,3
Charlottenburg	10,0	64 993	6 499	2 208	33,9
Spandau	8,4	51 000	4 284	1 426	33,3
Wilmersdorf	4,5	42 680	1 920	998	51,9
Wedding	32,0	84 902	27 168	2 906	10,7
Reinickendorf	9,2	63 121	5 807	638	10,9
Westberlin		784 752	107 184	20 694	= 19,3

Bei oberflächlicher Betrachtung der Tabelle könnte der Anschein entstehen, daß nur etwa 20 % der Wanzen in Westberlin durch die Bekämpfungsaktion beseitigt worden seien. Demgegenüber ist folgendes zu bemerken:

1. Die mit der statistischen Erhebung im Sommer 1948 beauftragten Hilfskräfte waren angewiesen, jeden 5. selbständigen Haushalt als „Wohnung" zu berücksichtigen. Damals hatten aber viele zusammen wohnende und auch engverwandte Berliner einen „eigenen Haushalt", weil ihnen das im Hinblick auf Bezugsscheine für Kohle, Gas usw. Vorteile bot. Deshalb ist sicherlich ein Teil der unter B in der Tabelle erscheinenden Wohnungen unter A (in der Verwanzungsstatistik) doppelt oder sogar mehrfach registriert.

2. In der Zeit zwischen der statistischen Erhebung, die durch diskretes Befragen erfolgte, und dem Zeitpunkt, zu dem nach der amtlichen Anordnung der Befall gemeldet werden mußte, haben sicherlich sehr viele Mieter oder Vermieter befallener Räume entweder selbst entwanzt oder durch Schädlingsbekämpfer entwanzen lassen. Sie waren durch die Erhebung und die vielen damals erscheinenden Presseartikel auf ihr Ungeziefer sowie auf die heute gegebenen Möglichkeiten einer erfolgreichen Bekämpfung aufmerksam geworden und wollten nun aus einer nie ganz zu behebenden „falschen Scham" heraus nicht „zwangsweise" entwanzt werden, sondern sich lieber vorher selbst von dem Ungeziefer befreien, obwohl dies für sie kostspieliger war. Viele gewerbliche Schädlingsbekämpfer haben uns berichtet, daß sie in dieser Zwischenzeit nicht, wie man hätte annehmen können, weniger, sondern ebensoviel oder gar mehr Entwanzungsaufträge erhielten also in der Zeit vorher. Diese Entwanzungen sind aber natürlich in der obigen Aufstellung nicht enthalten.

3. In der Aufstellung sind die Aktionen 2 und 4 nicht enthalten. Gerade in den Bezirken Wedding und Tiergarten, den am stärksten verwanzten Bezirken Westberlins (32,0 bzw. 25,5%), wurden aber viele Objekte schon 1948 entwanzt. Genaue Zahlen sind darüber nicht zu erhalten.

4. Die gewerblichen Schädlingsbekämpfer haben, das wurde uns von vielen übereinstimmend mitgeteilt, zur Zeit der amtlichen Aktionen nicht nur die als befallen gemeldeten und ihnen zur Entwesung zugewiesenen Objekte behandelt, sondern in recht erheblicher Zahl auch solche in der Nachbarschaft, deren Befallensein ihnen während der Arbeit und durch Rücksprache mit den Mietern, Hauswarten usw. bekannt wurde. Die Zahl dieser Wohnungen ist erheblich. Genauere Zahlen hierüber sind ebenfalls nicht zu erhalten, doch betonten die Firmen immer wieder, daß ihnen die vom Gesundheitsamt mitgeteilten, amtlich gemeldeten Objekte einen geschäftlich sehr willkommenen Anlaß boten, ihre Klientel auch unter den Bevölkerungskreisen auszuweiten, die amtlichen Anordnungen mißtrauisch gegenüberstehen und lieber das praktische Ingangkommen der Bekämpfung abwarten. Diese Entwanzungen kamen den Gesundheitsämtern nur zu einem Bruchteil zur Kenntnis. Ein Beweis hierfür ist die geringe Anzahl der Wohnungen (insgesamt nur 1671), die in der Statistik als den Gesundheitsämtern „auf andere Weise zur Kenntnis gekommen" erscheinen.

Beachtet man dies alles, so wird man annehmen können, daß der bisherige Erfolg der gelenkten Entwanzung nicht nur 20 %ig, sondern sehr viel höher, wie wir glauben etwa 50 %ig gewesen ist. Große Schädlingsbekämpferbetriebe, die wir befragten, schätzen den Rückgang der verwanzten Wohnungen in Westberlin seit 1948 auf 35—60 %. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, daß bei den am stärksten verwanzten Wohnungen begreiflicherweise zuerst auf eine Entwanzung gedrängt wurde, so daß die tatsächliche Entlastung der Bevölkerung noch höher anzusetzen ist. Dies ist keine bloße Annahme, sondern ergibt sich auch aus der bereits 1950 gegen 1949 deutlich verringerten Durchschnittsverwanzung je Wohnung (1,54 : 1,96 Räume). Ferner ist zu bedenken, daß solche Wohnungsinhaber, die auf die Entwanzung ihrer Räume keinen besonderen Wert legen, im Durchschnitt auch subjektiv weniger unter den Wanzen leiden als die anderen, und daß infolgedessen für die Gesundheitsbehörde hier auch kein so dringender Anlaß zum Eingreifen gegeben ist. Den zahlreichen Armen, die seit Jahren meist vergeblich bei Wohnungs-, Sozial- und Gesundheitsämtern eine Entwanzung zu erreichen versuchten, wurde jedenfalls durchweg geholfen.

Das Echo bei der Bevölkerung ist durchaus positiv. Für viele Menschen brachten die Aktionen eine wahre Erlösung. Der stets vorhandene indolente Anteil der Bevölkerung kann vernachlässigt werden. Selbst die Hausbesitzer begrüßten die Aktion, soweit sie verständig und halbwegs zahlungsfähig waren, stieg doch durch die Entwanzung auch der Mietwert der Wohnungen, und eine Ausdehnung auf weitere Wohnungen wurde verhindert. Ein manchmal berechtigter Einwand war der, daß die Mieter die Wanzen erst eingeschleppt hatten. In diesen Fällen bleibt dem Eigentümer — bei grundsätzlicher Aufrechterhaltung seiner Entwanzungspflicht gegenüber der Behörde — der Weg der Erstattungsklage gegen den Mieter und schließlich für später die Aufnahme einer entsprechenden Vertragsklausel.

Bewährt hat sich die Steuerung durch die Gesundheitsbehörde. Die 1948 noch vorgesehene Beteiligung der Wohnungsbehörde erwies sich als entbehrlich. Bewährt hat sich die Durchführung der Bekämpfung auf Grund des Polizeiverwaltungsgesetzes. Die enge Zusammenarbeit mit den Schädlingsbekämpfern, denen bei grundsätzlicher Aufrechterhaltung der freien Firmenwahl bestimmte „Entwanzungsbezirke" zufielen, gestaltete sich für beide Teile (Behörden und Betriebe) erfreulich. Die Firmen arbeiteten fast durchweg zur vollen Zufriedenheit, wobei ein gewisser Konkurrenzkampf von Nutzen war. Einige, aber im ganzen unerhebliche, Nachteile brachten das Auftreten wilder „Schädlingsbekämpfer", die Verwendung ungeeigneter Mittel, die nicht genehmigte und unkontrollierte „Selbstentwanzung" durch Eigentümer oder Mieter.

Es ist außerordentlich bedauerlich, daß die Bekämpfungsaktionen auf die westsektoralen Bezirke der Stadt beschränkt werden mußten. Es will uns aber scheinen, daß sie auch auf die sowjetisch besetzten Teile eine günstige Wirkung gehabt haben, denn auch dort sind durch sie der Wille zur Wanzenbekämpfung und die Erkenntnis, daß diese erfolgreich sein kann, sicherlich erheblich gesteigert worden.

Die Frage, ob das Ergebnis der bisher durchgeführten Bekämpfungsaktionen in einem richtigen Verhältnis zu den aufgewandten Mühen und Kosten steht, muß unbedingt bejaht werden; denn wichtig ist nicht allein,

daß ein großer Teil der früher befallenen Räume jetzt tatsächlich entwanzt ist und nicht mehr die Quelle für weitere Verwanzungen darstellt; mindestens ebenso bedeutsam erscheint es uns, daß der Bevölkerung einer Großstadt einmal eindringlich demonstriert wurde, daß Wanzenplage nicht ein als unvermeidbar anzunehmendes Übel ist, sondern bei richtigem Vorgehen tatsächlich beseitigt werden kann.

Eine weitgehende, praktisch genügende Ausrottung der Plage scheint möglich. Wir werden die Aktionen noch einige Jahre fortsetzen und rechnen mit einem guten Erfolg. Da sich die anfängliche Begrenzung einer Aktion auf 4—6 Wochen nicht bewährte, wurde jetzt die Dauer auf 4 Monate festgesetzt. Darüber hinaus müssen die Gesundheitsämter die Möglichkeit haben, mit vergleichsweise sehr geringen Etatmitteln das ganze Jahr über ausgesprochen gesundheitsschädliche Verwanzungen bei der armen Bevölkerung zu beseitigen. Dies wird in Berlin bereits mit gutem Erfolg durchgeführt. Psychologisch ist nach den ersten beiden schwierigen Jahren das „Eis gebrochen", auch bei den Eigentümern, so daß die kommunal gelenkte Entwanzung jetzt glatt läuft.

Einige negative Punkte bedürfen aber der besonderen Beachtung. Zunächst scheint nach unseren Erfahrungen eine umfassendere Propagierung der Aktionen notwendig (sei es durch die Behörde oder durch die Schädlingsbekämpfer oder durch beide), auch wenn sie Geld kostet. Auf ein ständiges Mitgehen der Presse kann nicht gerechnet werden, da deren Interesse bald nachläßt. Am schwierigsten zu erreichen, aber für den Erfolg entscheidend, ist es bei einer gelenkten Wanzenbekämpfung, daß möglichst viele der vorhandenen Verwanzungen gemeldet werden. In unserem Falle waren die Wohnungsinhaber meldepflichtig gemacht. Das geschah aus der Überlegung, daß sie im allgemeinen am besten über den Befall unterrichtet und auch noch am ersten zur Meldung bereit sind, weil ja in den meisten Fällen nicht sie, sondern die Hauseigentümer die Bekämpfungskosten zu tragen hatten. Die Bereitschaft, zu melden, wird aber mehr und mehr sinken, weil die zur Kostenerstattung vertraglich verpflichteten Mieter die Ausgabe scheuen. Hier liegt die Grenze aller möglichen Erfolge. Alle Wohnungen durch beauftragte Sachverständige zwangsweise untersuchen zu lassen, wird u. E. wohl niemals möglich sein. Es ist auch sicherlich weder durch Verordnungen noch auch durch „gutes Zureden" jemals zu erreichen, daß jeder Befall freiwillig gemeldet wird. Der beste Meldeerfolg würde wahrscheinlich dann erzielt werden, wenn die öffentliche Hand alle Kosten der Bekämpfung trüge. Das ist z. B. bei Mückenbekämpfung möglich, in manchen Fällen vielleicht auch bei Rattenbekämpfung; das kann sich aber keine Gemeinde bei der Wanzenbekämpfung leisten, da diese immer viel teurer ist. Es kann ja auch nicht Aufgabe einer Gemeindeverwaltung sein, jeden, der aus mangelndem Sauberkeits- und Ordnungsempfinden gegen Wanzen nichts zu tun bereit ist, auf ihre Kosten von dem Ungeziefer zu befreien. Es ist aber wichtige Aufgabe der Gesundheitsverwaltung, allen übrigen durch Aufklärung und durch richtige Lenkung der Bekämpfungsmaßnahmen soweit wie möglich zu helfen, damit der Verwanzungspegel so niedrig wie irgendwie erreichbar wird; und daß die Bevölkerung nicht mehr bei jeder Gelegenheit (Wohnungswechsel, Aufnahme von Untermietern, Einkauf von gebrauchten Möbelstücken usw.) einen Wanzenbefall zu befürchten braucht.

Mitteilung aus den Forschungslaboratorien für Schädlingsbekämpfung der chemischen Fabriken J. R. Geigy A.G., Basel
Vorstand: Dr. W. Hentrich

Untersuchungen über ein neues, gegen resistente *Musca domestica* L. wirksames Insektizid

Von
R. Wiesmann und C. Kocher, Basel

Mit 7 Abbildungen

Einleitung und Problemstellung

Mit dem Auffinden der insektiziden Eigenschaften des p,p'-Dichlordiphenyltrichloräthan, namentlich seiner ausgezeichneten Dauerkontaktwirkung auf *Musca domestica* und andere schädliche und lästige Dipteren, gelang es 1942 erstmals (25) die Fliegenplagen in den Wohnungen und Ställen erfolgreich zu bekämpfen. Innerhalb kurzer Zeit gelangte diese Substanz in verschiedenen Applikationsformen in gewaltigen Mengen zur Fliegenbekämpfung zu weltweiter Anwendung (10) und führte während Jahren zu eindeutigen Erfolgen. Das Problem der Bekämpfung der Stubenfliege konnte demzufolge als sehr befriedigend gelöst angesehen werden.

Nach einigen Jahren änderte sich aber langsam die Lage. In Nordschweden sind 1946, nach 2—3jährigem, erfolgreichem Einsatz der DDT-Präparate resistente Stämme oder Rassen von *Musca domestica* aus den Fliegenpopulationen herausselektioniert worden, die mit starken Schwankungen Individuen zeigten, welche bis zu 48 Stunden auf einem Belag solcher Präparate ausharren konnten, ohne Vergiftungserscheinungen zu zeigen (27). In den Jahren 1947 und 1948 hat sich die Resistenz von *Musca* außer in Schweden auch an anderen Orten ausgebreitet, so in Dänemark (21), Italien (20), in überseeischen Ländern und auch in der Schweiz, besonders im Wallis.

Die Resistenz von *Musca domestica* und in Dänemark (21) auch von *Stomoxys calcitrans* gegenüber DDT-Wirksubstanz und anderen Kontaktinsektiziden ist heute zu einem neuen ernsten und schwierigen Problem geworden. Es bildet seit einiger Zeit Gegenstand mehr oder weniger intensiver Bearbeitung durch verschiedene Autoren (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 26, 29).

Auch in unseren biologischen Laboratorien sind wir schon seit dem ersten Auftreten (Schweden) der Resistenzerscheinungen bei *Musca* bemüht, einerseits das ganze Problem des Resistentwerdens der Stubenfliegen gegenüber den synthetischen Kontaktinsektiziden abzuklären und andererseits nach neuen chemischen Substanzen zu suchen, die eine erfolgreiche Bekämpfung der resistenten Fliegen gewährleisten. Dies wird nach unseren Er-

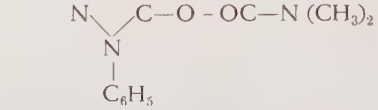
kenntnissen und praktischen Erfahrungen vorerst nur mit solchen synthetischen Kontaktinsektiziden möglich sein, die einen neuartigen Wirkungsmechanismus aufweisen. Wir sind uns aber vollkommen bewußt, daß auch ein derartiges Insektizid angesichts der ungeheuren Vermehrungspotenz der *Musciden* unter Umständen Resistenzausbildung bewirken kann.

Auf Grund eingehender Laboruntersuchungen und vieler Freilandversuche ist es uns gelungen, unter einer größeren Anzahl insektizider Verbindungen eine synthetische Substanz zu finden, die interessante insektizide Eigenschaften aufweist, und die eine wirksame Bekämpfung resistenter Fliegenformen ermöglicht.

In der vorliegenden Arbeit werden in einem ersten Teil die allgemeinen insektiziden Eigenschaften dieser Substanz vom biologischen und insektentoxikologischen Standpunkt aus besprochen und in einem zweiten Teil wird ihre praktische Verwendbarkeit zur Bekämpfung resistenter Fliegen dargelegt.

I. Angaben über Konstitution und physikalische Eigenschaften der neuen Wirksubstanz

Diese Wirksubstanz gehört zu einer Gruppe neuartiger Urethane, die wissenschaftlich chemisch bearbeitet und in ihren Eigenschaften als Insektizide untersucht wurde. Als erstes Ergebnis dieser Forschungen ist bereits ein selektives Aphizid gefunden worden (28). Die neue Substanz ist wie das genannte Aphizid von Dr. H. GYSIN, Chemiker der J. R. Geigy A.G., Basel *), erstmals synthetisiert worden. Es handelt sich um das „1-Phenyl-3-methyl-pyrazolyl-(5)-dimethylcarbamat" mit der Konstitutionsformel:



das wir im folgenden als „Pyrolan" bezeichnen werden.

Wie das zitierte Aphizid ist das Pyrolan neu, und seine insektiziden Eigenschaften wurden erstmals durch uns festgestellt. Der Schmelzpunkt der farblos-kristallinen Reinsubstanz liegt bei 50° C. Sie ist in Wasser bei 20° C zu 0,1% und in den meisten organischen Lösungsmitteln mehr oder weniger leicht löslich. Die hydro- und lipophilen Eigenschaften des Pyrolan dürften für seine auffallend rasche insektizide Wirkung von wesentlicher Bedeutung sein.

II. Toxizität des Pyrolan

Die toxikologischen Untersuchungen von Prof. Dr. DOMENJOZ, J. R. GEIGY A. G., Basel, ergaben folgendes: DL 50 beträgt für Ratten und Mäuse per os 62 resp. 90 mg/kg und läßt sich ungefähr mit der von Rotenon, das als wenig giftiges Insektizid weiteste Verbreitung gefunden hat, vergleichen. Die perkutane Resorption der Substanz ist gering, so daß bei der Anwendung der aufgearbeiteten Substanz keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten sind.

III. Allgemeine insektizide Eigenschaften des Pyrolan

Durch ausgedehnte Untersuchungen stellten wir fest, daß die neue Substanz sowohl als Fraßmittel als auch im Kontakt mehr oder weniger stark insektizid wirkt.

*) unter der Versuchsnummer G. 22 008.

1. Fraßwirkung

Lepidopterenraupen *(Arctia caja, Vanessa jo, Thaumatopoea processionaria)* im 3. bis 4. Raupenstadium wurden jeweils 4 Tage hintereinander mit Pflanzen gefüttert, auf deren Oberfläche sich 7—10 mg Aktivsubstanz befanden. Die verabreichte Futtermenge wurde so eingestellt, daß sie jeweils innerhalb 24 Stunden komplett aufgefressen wurde. In keinem Falle trat bei den Raupen eine Vergiftung ein. Die Tiere entwickelten sich völlig normal und absolvierten während der Fraßperiode meistens eine Häutung. Der Raupenkot wurde gesammelt, mit Essigsäureäthyläther extrahiert und der Extrakt in Petrischalen mit *Musca domestica*, die, wie wir sehen werden, auf die Substanz sehr empfindlich ist, im Kontakt getestet. In keinem Falle trat bei den Fliegen eine Reaktion auf. Möglicherweise wird das Pyrolan vom Darmsaft der Raupen (pH = 5,4 — 5,8) (22) zerstört, resp. abgebaut.

Ähnliche Resultate erzielten wir mit *Blatta americana* und *Melolontha melolontha.*

Bei den ausgewachsenen *Blatta*-Larven verabfolgten wir mit einer feinen Kanüle 0,2—0,3cm³ einer 5%igen Lösung von Pyrolan in Olivenöl (also 10—45 mg pro Tier oder 10—15 g/kg) und erhielten keine Vergiftungserscheinungen. Bei *Melolontha* wurde Eichenlaub 4 Tage hintereinander mit 10 mg Substanz behandelt, das von den Tieren innerhalb 24 Stunden ebenfalls ohne Vergiftungserscheinungen gefressen wurde (gefressene Substanzmenge ca. 40 mg pro Tier oder 50 g/kg.) Pyrolan stellt demnach für die genannten Tiere kein Fraßgift dar.

Eine ganze Anzahl anderer Insekten kann dagegen, wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, mit Pyrolan per os vergiftet werden. Es handelt sich ausschließlich um Insekten, die saugend flüssige Nahrung zu sich nehmen.

Zur Methode seien folgende Angaben gemacht. Die hungrigen Imagines wurden mittels einer kalibrierten Mikropipette mit 10%igem Zuckerwasser gefüttert, in dem die Reinsubstanz aufgelöst wurde. Die Tiere nahmen die Substanz auf, ohne irgendwelche Abneigung zu zeigen.

Tabelle 1

Dosis letalis 50 und 100 per os von Pyrolan bei verschiedenen saugenden Insekten

Tierart	DL 50		DL 100	
	pro Tier in γ	in mg/kg	pro Tier in γ	in mg/kg
Plusia gamma	8	24	10—12	30
Apis mellifica	1 —1,5	13	2	18
Musca domestica	0,05—0,07	3,2	0,3—0,4	27
Ephestia kühniella	0,005	0,5	0,0075	0,7

Je nach Tierart ist die DL 50 verschieden groß. Auffallend ist die relativ hohe Empfindlichkeit von *Musca domestica* und auch von *Ephestia kühniella.* Warum hier im Gegensatz zu den vorausgehend angeführten Insekten eine Giftwirkung mit relativ geringen Mengen eintritt, können wir vorerst nicht mit Sicherheit erklären.

Die Giftwirkung des per os aufgenommenen Pyrolan tritt meistens sehr rasch in Erscheinung, was möglicherweise mit der kombinierten Wasser-Lipoidlöslichkeit in Zusammenhang steht. Als Beispiel führen wir unsere Resultate mit einem weitgehend gegen DDT-Wirksubstanz resistenten Fliegenstamm an.

Tabelle 2
Eintritt der Rückenlage von *Musca domestica* bei Verabfolgung von Pyrolan per os

Pro Fliege verfüttert	Fliegen in Rückenlage nach Minuten 50%	100%	nach 24h tot
10 γ	32″	1′	100%
5 „	40″	1′ 30″	100%
2,5 „	50″	2′	100%
0,5 „	1′ 30″	14′	100%
0,25 „	2′	30′	aus RL bis zu 30% Erhol.
0,05 „	34′	—	„ „ „ „ 60% „

Bei Gaben von 10—5 γ Pyrolan pro Fliege erhalten wir innerhalb sehr kurzer Zeit Gehunfähigkeit und Rückenlage, ein Zeichen dafür, daß die Substanz sehr rasch von der Honigblase resp. vom Vorderdarm aus resorbiert wird, eventuell direkt in die Leibeshöhle diffundiert und so zur Wirkung kommt. In diesem Zusammenhange ist bemerkswert, daß Pyrolan in wässeriger Lösung auch ziemlich rasch durch eine Collodium- oder Cellophanmembran diffundiert.

Auch bei anderen in Tabelle 1 aufgeführten Insekten tritt bei Aufnahme von Pyrolan per os ebenfalls sehr rasch Rückenlage, resp. Bewegungslosigkeit ein:

Plusia gamma	bei	15 γ	pro Tier	30—45′
Apis mellifica	bei	10 γ	pro Tier	6—12′
Ephestia kühniella	bei	0,1 γ	pro Tier	2— 8′

2. Kontaktwirkung

Pyrolan besitzt je nach Insekten- oder Arthropodenart eine mehr oder weniger ausgeprägte Kontaktwirkung.

Die Prüfungen wurden in Petrischalen durchgeführt. In Boden und Deckel derselben wurden bestimmte Mengen von Reinsubstanz aus Acetonlösungen eingebracht. Vier Stunden nach Antrocknen wurden die Testtiere in die Schalen eingeschlossen. Der Dauerkontakt mit der Substanz geschah in der Hauptsache tarsal. Da die Innenfläche einer Petrischale rund 100 cm^2 beträgt, können die in Tabelle 3 angeführten Substanzmengen auf dieses Flächenmaß bezogen werden.

Tabelle 3
Die Kontaktwirkung des Pyrolan bei verschiedenen Testtieren

Tierart	100% RL nach . . . Minuten, resp. Stunden n = 20					
	10 mg	1	0,1	0,05	0,01	0,001
Musca dom. resist. Imag.	9′ ± 2,4	30′ ± 3,3	72′ ± 5,2	160′ ± 10,6	—	—
„ „ „ Larv.	7′ ± 1,6	10′ ± 1,9	30′ ± 3,4	65′ ± 5,7	—	—
Formica rufa	30′ ± 3,6	60′ ± 5,5	130′ ± 4,8	—	—	—
Calandra granaria	24h	72h	—	—	—	—
Tribolium navale	72h ± 1,4	—	—	—	—	—
Bruchidius obtectus	2h ± 1,9	5h ± 1,5	24h	72h	—	—
Blatta americana	9h ± 2,0	—	—	—	—	—
Cimex lectularius	2h ± 1,6	24h	72h	—	—	—
Ornithodorus	8h ± 0,8	24h ± 1,4	72h	—	—	—
Aphis rumicis	31′ ± 0,5	42′ ± 1,2	49′ ± 1,9	—	65′ ± 6,3	
Pyrrhocoris opterus	75′ ± 1,1	180′ ± 4,2	610′ ± 8,4	—	—	—
Ephestia küh., Raupen	k.Wirk.	—	—	—	—	—
Tenebrio molitor, Larven	dito	—	—	—	—	—

Aus der Zusammenstellung geht hervor, daß Pyrolan in hohen Konzentrationen ein ziemlich breites Wirkungsspektrum aufweist, bei niedrigen Gaben dagegen (unter 0,1 mg/100cm^2) nur noch wenige Versuchstiere erfaßt. Unter diesen befinden sich *Musca domestica* und deren Larven.

Bei diesen Testinsekten zeigt sich, daß Pyrolan in hohen Konzentrationen eine rasche Wirkung aufweist. Je nach Tierart ist eine zwei- bis zehnmal raschere Wirkung festzustellen als bei DDT-Wirksubstanz.

Mit einigen Wasserinsekten führten wir ähnliche Versuche durch. Die Substanz wurde im Wasser gelöst und die Versuchstiere zugesetzt. Die DL 50, resp. 100 beträgt in dieser Versuchsanordnung bei ausgewachsenen Aedes aegypti-Larven ca. 0,003%, resp. 0,01% und bei den ausgewachsenen Larven der Trichoptere Anabolia nervosa 0,000003% resp. 0,000005 — 0,000008% Aktivsubstanz. Die Reaktionen treten bei den Aedeslarven bereits nach 2 Stunden und bei Anabolia schon nach 40—50′ ein. Besonders auffallend ist die außerordentlich hohe Giftigkeit des Pyrolan gegenüber der genannten Trichopterenlarve, die zum biologischen Nachweis der Substanz verwendet werden könnte.

3. Die Vergiftungserscheinungen bei den Insekten

Die Vergiftungserscheinungen, die unter Pyrolan-Einwirkung bei den Insekten entstehen, sind sehr eigentümlicher Art. Sie treten nach verschiedenen Zeiten in gleicher Weise auf bei tarsaler Giftaufnahme, bei Aufnahme durch die ganze Körperoberfläche (Eintauchen in eine Lösung), bei Vergiftung per os sowie bei Injektionen von wässerigen Lösungen von Pyrolan in die Leibeshöhle der Insekten.

Nach einer Latenzzeit, die je nach Empfindlichkeit der Insekten verschieden lange dauert, zeigen die Tiere eine schwache Erregung. Es treten Beinlähmungen und Koordinationsstörungen im Gehen ein. Beim Kontakt- und Fraßversuch bewegen sich die Tiere oft längere Zeit rückwärts. Ganz plötzlich und unvermittelt fallen sie auf den Rücken und zeigen nun einen eigenartigen Tremor der Beine, den man am besten als klonischen Tetanus oder Strecktremor bezeichnen kann. Besonders auffallend und deutlich ist dieser Tremor bei *Blatta americana* zu sehen. In regelmäßigen, kurzen Intervallen führen alle Extremitäten gleichzeitig starke Tremorbewegungen aus. Dabei werden die Beine unter starkem Zittern für 3—4 Sekunden vollkommen ausgestreckt und erstarren (Abb. 1). In den kurzen Ruhepausen zwischen den einzelnen Tetanuszuständen sind die Extremitäten völlig entspannt und bewegungslos. Auf taktile Reize tritt keine Reaktion ein. Der Tremor kann aber vorzeitig, kurz vor seinem normalen Eintritt durch Anblasen oder Berühren der Tiere ausgelöst werden. Die sehr regelmäßige Wiederholung des Streck-

Abb. 1. Typische Beinhaltung von *Blatta americana* im klonischen Strecktremor

tremors der Extremitäten ist auffallend. Dieser wird in der ersten Zeit fünf- bis sechsmal pro Minute ausgeführt (s. Abb. 2). Nach und nach wird der Tremor schwächer, die Intervalle zwischen den einzelnen Tetanusphasen länger, bis nach kürzerer oder längerer Zeit, je nach der Empfindlichkeit der Insekten und der Höhe der Giftgabe, entweder Agonie und Tod oder vollkommene Erholung eintritt.

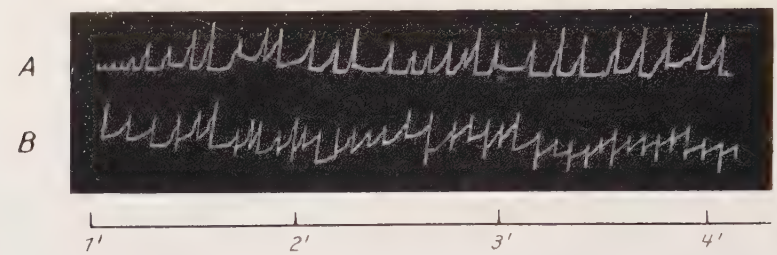


Abb. 2. Klonischer Strecktremor von *Blatta americana* Rußkurve (Kymograph).
A 10 Minuten nach Injektion von 0,05 cm³ einer 1‰-igen Pyrolanlösung.
B 30 Minuten nach der Injektion

Die Mundwerkzeuge führen konstante rasche Bewegungen aus, die sich auch dem Oesophagus mitteilen. Dadurch schlucken die Tiere Luft und blähen sich oft derart auf, daß die Abdominalsegmente und die Intersegmentalhäute maximal auseinander getrieben werden. Küchenschaben, Wanzen und auch Zecken können durch das konstante Luftschlucken geradezu kugelförmige Gestalt annehmen (s. Abb. 3). Die Mundbewegungen setzen einzig während des Tremors der Extremitäten kurz aus.

4. Wirkungsmechanismus

Die Vergiftungserscheinungen und der Wirkungsmechanismus der Substanz wurde eingehender an ausgewachsenen Larven und Imagines von *Blatta americana* untersucht.

a) Die Angriffspunkte der Wirksubstanz

Auf Grund der allgemeinen Vergiftungserscheinungen und speziell wegen des eigenartigen klonischen Beintremors erhielten wir von Anfang an den Eindruck, daß der Angriffspunkt des Pyrolan im Nervensystem zu suchen sei. Wir nehmen an, daß die Substanz demnach neurotrope Eigenschaften besitzt.

Zur Prüfung dieser Annahme führten wir folgende Versuche durch, zu denen wir jeweils 10 Tiere, 5 ausgewachsene Larven und 5 Imagines verwendeten. Jede Versuchsserie wurde mindestens zweimal wiederholt. Da die Versuche in der Regel eindeutig ausfielen, können wir auf eine ausführliche Wiedergabe der Versuchsprotokolle verzichten.

Bedeutung des Gehirns beim klonischen Strecktremor

Dekapitiert man die unter Pyrolan-Einwirkung stehenden Küchenschaben, dann geht der Tremor der Extremitäten unverändert weiter und am abgetrennten Kopf führen die Mundgliedmaßen meist noch einige Zeit ihre ununterbrochenen Bewegungen weiter aus.

Bei dekapitierten Küchenschaben, die mit Pyrolan injiziert wurden, tritt an den Extremitäten der Strecktremor in gleicher Weise auf, wie beim

normalen kopftragenden Tier.

Der Beintremor steht demnach in keinem funktionellen Zusammenhang mit dem Insektengehirn, was zudem auch noch durch folgende Versuche erhärtet wird:

Wird in die Kopfkapsel, resp. in das Ober- und Unterschlundganglion einer *Blatta* sorgfältig Pyrolan injiziert, so entstehen keine typischen Vergiftungserscheinungen, höchstens daß die Tiere hie und da rückwärts laufen, etwas hochbeinig gehen und sehr oft ihre Vorderextremitäten putzend durch den Mund ziehen. Rückenlage und Beintremor treten nicht ein, dagegen kommt es zu langandauernden, konstanten Bewegungen der Mundwerkzeuge, zum Luftschlucken und dadurch zu einem mehr oder weniger starken Anschwellen des Abdomens.

Abb. 3. ***Blatta americana*** (A), ***Rhodnius prolixus*** (B) und ***Argas reflexus*** (C). Geblähte Tiere (Luftaufnahme unter Einfluß des Pyrolan)

Aus dieser letzten Beobachtung schließen wir, daß die Wirksubstanz das Unterschlundganglion als den Sitz der Mundbewegungen (1) reizt und die Mundwerkzeuge zu anhaltenden Bewegungen bringt.

Bedeutung der Thorakalganglien beim klonischen Strecktremor

Durch die im folgenden summarisch aufgeführten Versuche wurde festzustellen versucht, welche Bedeutung den Thorakalganglien bei der Auslösung des klonischen Strecktremors der Extremitäten zukommt.

Nach Betupfen der freigelegten Thorakalganglien mit einer 0,1%igen wässerigen Lösung von Pyrolan tritt an den Extremitäten sofort der bekannte klonische Tremor auf, unterbrochen durch kurze Ruhepausen.

Durchtrennt man bei diesen Tieren nun die Längskommissuren der Thorakalganglien, dann ändert sich der Beintremor in keiner Weise, auch nicht im Rhythmus. Werden die Thorakalsegmente isoliert, d. h. zerlegt, so bleibt der Beintremor ebenfalls bestehen, wobei sich allerdings sein Rhythmus bei den einzelnen Segmenten gegeneinander verschiebt. Zudem wird er in der Regel beim Mesothorakalbeinpaar rascher als bei den übrigen Beinpaaren. Die gleichen Ergebnisse erzielt man, wenn die von einander getrennten Thorakalsegmente mit Pyrolan injiziert werden.

Gibt man auf die erregten Ganglien eine 2,5%ige Barbitursäurelösung, dann klingt der Beintremor ab und die Extremitäten werden entweder ruhig oder führen normale, abgedämpfte Bewegungen aus.

Bei umgekehrter Durchführung dieses Versuches werden die Tiere durch die Barbitursäure vorerst gelähmt und nach Zugabe von Pyrolanlösung auf die Thorakalganglien entsteht innerhalb kurzer Zeit der typische, klonische Beintremor. Das Pyrolan hat in diesem Falle eine deutliche analeptische Wirkung. Bei Betupfen eines Thorakalganglions einer *Blatta* mit starkem Beintremor mit Nikotin hört die Tremorbewegung am entsprechenden Beinpaar sofort auf, während die übrigen Beinpaare den Tremor unverändert weiterführen. Auf Injektion eines Gemisches von DDT-Wirksubstanz und Pyrolan erscheint an den Tieren einerseits der typische kurzschlägige Tremor der DDT-Wirksubstanz, der sich in einem unkoordinierten konstanten Bewegen und Zittern der Beine ausdrückt daneben aber auch der durch das Pyrolan induzierte Strecktremor, der in regelmäßigen Intervallen auftritt (s. Abb. 4).

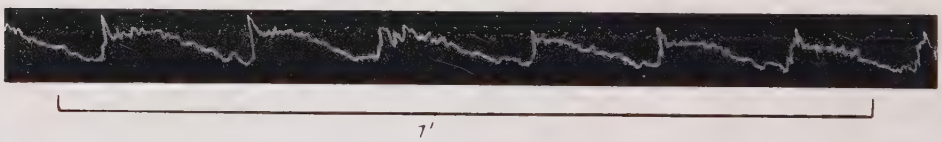


Abb. 4. Tremorerscheinungen an ***Blatta americana*** nach Injektion eines Gemisches von Pyrolan und DDT-Wirksubstanz in die Leibeshöhle (Kymograph)

Blockiert man nun an solchen Tieren ein Thorakalganglion durch Betupfen mit Nikotin, so zeigen die betreffenden Extremitäten nur noch den für DDT-Wirksubstanz charakteristischen, aber etwas abgeschwächten Tremor, nicht mehr aber den durch das Pyrolan induzierten, klonischen Strecktremor.

Wird an einer *Blatta* mit starkem Tremor das Bauchmark im Thorax freigelegt und an einem oder mehreren Thorakalganglien der Beinnerv kurz nach seinem Austritt aus dem Ganglion durchschnitten, hört am betreffenden Bein die Tremorbewegung sofort auf, während die übrigen, noch nor-

mal mit den Ganglien in Verbindung stehenden Extremitäten den klonischen Tremor weiter ausführen.

Daraus ergibt sich, daß der durch das Pyrolan hervorgerufene klonische Tremor der Extremitäten nur beim Vorhandensein eines kompletten Reflexbogens möglich ist. Die Reizung erfolgt also nicht wie bei der DDT-Wirksubstanz distal am Beinnerv (26), sondern zentral im motorischen Teile des Ganglion.

Der Angriffspunkt und der ganze Wirkungsmechanismus dieser Substanz ist demzufolge ein anderer als bei der DDT-Wirksubstanz. Dies scheint uns der Grund zu sein, warum es, wie wir noch ausführlicher zeigen werden, mit dem Pyrolan möglich ist, *Musca domestica*, resistent gegen DDT-Wirksubstanz, zu bekämpfen.

Eine Erklärung für die Entstehung der regelmäßig auftretenden Beintremorkrämpfe können wir an Hand unserer Experimente nicht geben. Möglicherweise erregt die Substanz in den Thorakalganglien einen in kurzen, regelmäßigen Intervallen stark ansteigenden und wieder abflauenden Aktionsstrom, der jeweils den Strecktremor der Extremitäten auslöst. Nach dieser Entladung tritt sofort ein Erlahmen, resp. Ermüden der Extremitätenmuskeln ein, die wahrscheinlich aus diesem Grunde in diesem Zustand auch auf starke taktile Reize nicht reagieren. Diese Auffassung drängt sich auf, wenn man das Verhalten normaler Tiere betrachtet, bei denen man durch kurze Schläge mit einem schwachen Gleichstrom die Thorakalganglien reizt. In diesem Falle entstehen bei Stromschluß an den Extremitäten ebenfalls ganz ähnliche Strecktremorerscheinungen, die nach Aufhören des elektrischen Reizes in gleicher Weise erschlaffen und auf Berührung nicht mehr reagieren.

Bei den weiblichen *Musca domestica* sowie bei weiblichen *Lepidopteren* tritt unter Pyrolan-Einwirkung, sei es tarsal oder per os, neben dem starken klonischen Strecktremor ein maximales Ausstülpen der Eilegeröhre ein, die ebenfalls klonische Tremorzuckungen ausführt. Da das Ausstülpen des Ovipositors vom letzten Abdominalganglion reguliert wird (11), müssen wir annehmen, daß auch hier durch Pyrolan eine Reizwirkung auf dieses Ganglion ausgeführt wird, die zu dieser klonischen Erregung führt. Auch hier liegt wohl der Angriffspunkt im motorischen Teile des Ganglions.

b) Reiz- und Substanzleitung im *Blatta*-Körper

Es interessierte uns zu wissen, ob eine durch Pyrolan bedingte lokale Reizung in einem bestimmten Ganglion weitergeleitet wird und ob eventuell auch eine Substanzleitung in den endoneuralen Lymphbahnen des Bauchmarkes stattfindet. In dieser Richtung setzten wir folgende Versuche an:

Das unterste Abdominalganglion einer *Blatta* wurde freigelegt und mit Pyrolan betupft. Innerhalb 24 Stunden traten an dem Tier keine sichtbaren Vergiftungserscheinungen ein, geschweige denn Rückenlage und Strecktremor. Die Substanz löst, an diesem Ort aufgebracht, an den Extremitäten des Thorax keine sichtbare Reaktion aus. Dagegen führen nach kurzer Zeit die Cerci einen typischen klonischen Tremor aus, der große Ähnlichkeit mit dem Tremor der Extremitäten aufweist. Er tritt auch in kurzen, regelmäßigen Intervallen immer wieder auf.

Injiziert man in das linke Vorderbein einer *Blatta* eine wässerige Pyrolan-Lösung, dann erhält man nach ca. 5 Minuten am injizierten Bein den typischen klonischen Strecktremor, während die übrigen Extremitäten, inkl. rechtes Vorderbein, sich vorerst normal verhalten. 8—10 Minuten nach Versuchsbeginn zeigen beide Vorderbeine Tremor, hierauf folgen nach 40—50 Minuten die beiden Mittelbeine und nach 55—60 Minuten auch die beiden Hinterbeine.

Wir haben also ein langsames Fortschreiten der Tremorbewegungen vom injizierten Vorderbein bis zum Hinterbeinpaar. Im Prinzip gleiche Ergebnisse erhält man bei Injektion der Mittel- oder Hinterbeine, oder wenn man die einzelnen Ganglien mit Substanz versieht.

Durchtrennt man nach einiger Zeit, nachdem sämtliche Beine den typischen Strecktremor zeigen, die Längskommissuren der Thorakalganglien, dann zeigen während ca. 4—6 Minuten alle Extremitäten gleichzeitig noch den klonischen Strecktremor. Dieser kommt dann aber zuerst bei den Hinterbeinen und kurz darauf auch bei den Mittelbeinen zum Stillstand, während die Vorderbeine stundenlang diesen Strecktremor noch ausführen.

Die Interpretation dieser Versuche führt zur Annahme, daß keine Substanzwanderung in den endoneuralen Lymphbahnen über größere Strecken erfolgt, während über kleinere Strecken, z. B. im Thorax, ein solcher Transport möglich sein kann. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß die Ausbreitung des Beintremorreizes auf die nicht injizierten Ganglien durch die Leitung des übergroßen Reizes aus dem injizierten Ganglion erfolgt, der auch nach Unterbruch der Längskommissuren noch eine gewisse Zeit anhält.

Wäscht man bei einem *Blatta*-Präparat die freigelegten Thorakalganglien, die mit Pyrolan betupft worden waren, mit Wasser gründlich aus, so bleibt der Strecktremor noch längere Zeit bestehen. Dies scheint ein Beweis dafür zu sein, daß die Substanz in die Ganglien eindringt und hier die motorischen Zentren erfaßt.

c) Einfluß des Pyrolan auf verschiedene Lebensfunktionen

Einfluß auf die Herztätigkeit

Bei Pyrolan-Injektionen in das Körperinnere von *Blatta* krampft sich der Herzmuskelschlauch zu Beginn stark zusammen und zeigt bis zu einer Minute wohl infolge Schockwirkung keine Pulsation. Dann tritt wieder die normale Herzfrequenz ein, wobei allerdings die Stärke des Pulsschlages auf die Hälfte des Normalen herabgesetzt wird. Während des Beintremors setzt die Herztätigkeit aus.

Von Interesse ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß 0,05 cm^3 einer 0,1%igen wässerigen Pyrolan-Lösung, direkt in den abdominalen Herzschlauch injiziert, keine Reaktionen im Herz erzeugt und auch keine Allgemeinvergiftung, Rückenlage oder Strecktremor bedingt. Die gleiche Menge ventral in den Thorax injiziert, erzeugt sofort starken Beintremor, Mundbewegungen und Aufblähen der Tiere.

Abbau und Substanzspeicherung

Entnimmt man solchen Tieren, denen die Substanz in den abdominalen Herzschlauch appliziert wurde, zu verschiedenen Zeiten Blutproben, die man etwas ansüßt und an Stubenfliegen verfüttert, dann kann man 15 Minuten nach der Injektion mit diesem Blute die Fliegen sehr rasch in Rückenlage bringen und später töten. Nach 30 Minuten gelingt es nur noch 45 bis 60% der Fliegen und nach 45 Minuten noch 5—8% in Rückenlage zu bringen. Nach 60 Minuten ist das mit Pyrolan injizierte *Blatta*-Blut für die Fliegen nicht mehr giftig.

Es scheint demzufolge, daß in relativ kurzer Zeit ein Abbau der Aktivsubstanz im Blute eintritt.

In diesem Zusammenhange interessierte uns zu wissen, ob eventuell die in den Körper gelangende Substanz in einzelnen Organsystemen gespeichert wird, wie dies von anderen Kontaktinsektiziden, z. B. der DDT-Wirksubstanz (25), bekannt ist. Zu diesem Zwecke ließ man Altlarven von *Blatta americana* in Petrischalen auf einem Belag von 10 mg Pyrolan laufen. Um eine Aufnahme der Substanz per os zu verhindern, wurde den Tieren die Mundöffnung mit Zelluloselack zugeklebt. 2—4 Stunden nach Rückenlage der Tiere wurden diese zuerst in Wasser, dann in Azeton tüchtig gewaschen, um die dem Körper anhaftende Substanz zu entfernen. Hierauf wurden sie geöffnet, ihre inneren Organe hungrigen *Musca domestica* vorgesetzt und das Verhalten der Fliegen beobachtet.

Es ergab sich dabei folgendes:

Tabelle 4

Organsystem von *Blatta*	% Fliegen in Rückenlage 6h Exposition (Fraß- und Kontakt)
Vorderdarm bis Kaumagen	32%
Mittel- und Enddarm	15%
Fettkörper	10%
Thoraxmuskeln	16%
Thorakalganglien	35%
Unbehandelte Tiere	0%

Daraus ergibt sich, daß in den untersuchten Organen von *Blatta* Pyrolan vorhanden war, da die für Pyrolan typischen Vergiftungserscheinungen bei den Fliegen auftraten. Die Substanz dringt wahrscheinlich also tarsal und intersegmental in den Körper ein und wird in den verschiedenen Organsystemen gespeichert.

d) Einfluß des Pyrolan auf die Atembewegungen des Abdomens (Ventilationsbewegungen) und die Diffusionsatmung des Thorax von *Blatta*

Pyrolan hat indirekt sehr starken Einfluß auf die Ventilationsbewegungen des Abdomens und die Diffusionsatmung der Thorakalstigmen (13). Die Versuche wurden mit Tieren ausgeführt, die dorsal am Thorax auf einer Unterlage festgeklebt worden waren.

Ventilationsbewegungen

Eine ruhende *Blatta* führt mit dem Abdomen vielfach keine oder maximal 2—3 Atembewegungen pro Minute aus (Abb. 5 a). Reizt man ein solches Tier, so treten nach Aufhören der Beinbewegungen sechs bis maxi-

mal 20 Atembewegungen auf, deren Tiefe rasch abflaut. Sie dauern 3 bis 10 Sekunden (Abb. 5 b).

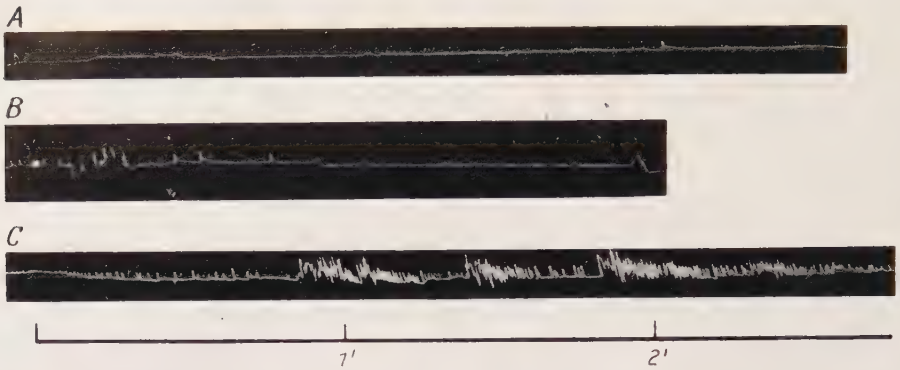


Abb. 5. Ventilationsbewegungen des Abdomens von ***Blatta americana***. Mit dem Kymographen aufgenommen. A Ventilationsbewegungen eines ruhenden Tieres. B Eines, kurze Zeit die Beine bewegenden Tieres. C Eines Tieres mit starkem Pyrolantremor

Bei einem Tier unter Pyrolan-Einwirkung, das starken Strecktremor aufweist, treten nach jedem Tremor sehr starke Atembewegungen des Abdomens auf, die in der Regel bis zum nächsten Tremor andauern (s. Abb. 5 c). Durch diese stark gesteigerten Atembewegungen wird die mit der außerordentlichen Muskelarbeit beim Strecktremor verbundene erhöhte CO_2-Produktion ausgeglichen.

In diesem Zusammenhange konnten auch einige interessante Beobachtungen über die nervöse Regulierung der abdominalen Ventilationsbewegungen gemacht werden: Injiziert man Pyrolan in das Prothorakalganglion einer auf dem Rücken gefesselten Blatta, entsteht wohl am entsprechenden Beinpaar Strecktremor, es zeigen sich aber noch keine Atembewegungen des Abdomens. Dasselbe geschieht bei der Injektion des Metathorakalganglions. Injiziert man dagegen in das Mesothorakalganglion, dann treten neben dem Tremor der Extremitäten sofort auch starke Ventilationsbewegungen am Abdomen auf. Wird im ersten und zweiten Fall nach einiger Zeit auch das Mesothorakalganglion durch Reizwirkung in Mitleidenschaft gezogen und tritt damit an diesem Segment der Beintremor ein, so sind gleichzeitig auch die starken Ventilationsbewegungen festzustellen.

Unterbricht man bei einer in starkem Tremor befindlichen Blatta mit starker Abdomenventilation die Längskommissuren zwischen Pro- und Mesothorax, so geht die Abdomenatmung weiter, unterbricht man dagegen zwischen Meso- und Metathorax, dann hören die Ventilationsbewegungen des Abdomens sofort auf. Aus diesen Ergebnissen können wir den Schluß ziehen, daß die Ventilationsatmung des Abdomens vom Mesothorakalganglion aus reguliert wird, daß also hier das Hauptzentrum dieser Atmung gelegen sein muß. Da auch bei dekapitierten Tieren die Ventilationsbewegung des Abdomens zustandekommt, kann das Gehirn keinen Einfluß auf diese Atmung haben.

Diffusionsatmung der Thorakalstigmen

Auch die Tätigkeit der Thorakalstigmen wird bei *Blatta* unter dem Einfluß des Pyrolan-Tremors stark gesteigert und verändert. Bei einem ruhenden Tier ist das Prothorakalstigma geschlossen und führt schwache Flimmerbewegungen mit den Klappen durch. Ähnlich verhält sich das Mesothorakalstigma, das sich hie und da kurz und schwach öffnet. Bringt man ein normales Tier durch Berührungsreiz zum Zappeln der Beine, dann öffnet sich das Prothorakalstigma ziemlich weit und schließt sich nach kurzer Zeit wieder. Das Mesothorakalstigma öffnet sich ebenfalls, und zwar länger. In der Folge führt es hie und da weitere kurze Öffnungs- und Schließbewegungen aus.

Bei einer *Blatta* mit starkem Pyrolan-Tremor sind beide Stigmenpaare während des Tremors geschlossen und verkrampft. Nach Tremorende werden sie übernormal geöffnet und bleiben bis zum nächsten Tremor konstant offen. Auch die Abdominalstigmen betätigen während dieser Zeit ihren Schließapparat bis zu 120mal pro Minute.

Bläst man auf die offenen Thorakalstigmen CO_2-freie Luft, dann schließen sich die Klappen nicht, im Gegensatz zu den Stigmen normaler Tiere, die ihre Beine bewegen. Unter Pyrolan-Einwirkung ist demzufolge der thorakale Stigmenapparat in seinen normalen Funktionen gestört.

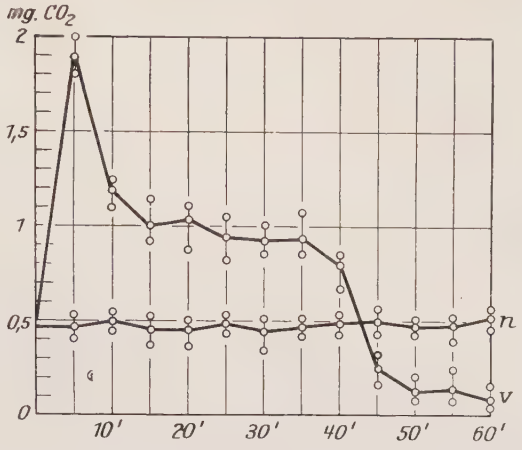


Abb. 6. CO_2-Abgabe von ***Musca domestica*** normal (n) und bei Kontakt mit Pyrolan (v). 1 g Fliegen geben in je 5' . . . mg CO_2 ab

Es zeigt sich also, daß durch den Beintremor die Atmung bei *Blatta* stark übersteigert ist. Dies konnte durch Bestimmung der CO_2-Abgabe bei *Blatta* wie auch bei *Musca domestica* festgestellt werden. Als Beispiel seien die Verhältnisse bei *Musca* angeführt.

In einem Erlenmeyerkolben von 200 cm^3 Inhalt wurden mittels Azetonlösung 20 mg Pyrolan gleichmäßig verteilt. In den Kolben kamen 50 weitgehend auf DDT-Wirksubstanz resistente Fliegen. Die CO_2-Produktion der Tiere bei einer Temperatur von 24° C wurde mit der Barytwassermethode in Intervallen von je 5 Minuten bestimmt. Der gleiche Versuch wurde fünfmal durchgeführt. Schwankungen und Mittelwerte der fortlaufenden CO_2-Produktion auf je 1 g Fliegen berechnet sind in Abb. 6 festgehalten. Verglichen wurde mit normalen Fliegen, die unter denselben Verhältnissen gehalten wurden.

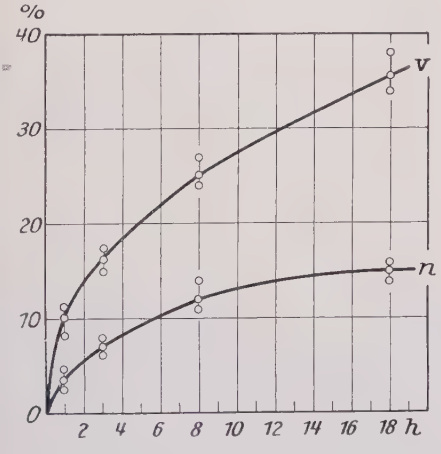


Abb. 7. Gewichtsabnahme (%) von ***Musca domestica*** normal (n) und bei tarsalem Kontakt mit Pyrolan (v)

Nach dieser Kurve wird die Atmung bei *Musca* zur Zeit des starken Beintremors übersteigert und fällt nach ca. 8 Minuten etwas zurück. Sie bleibt aber immer noch fast doppelt so intensiv wie bei den normalen Tieren, und erst wenn die Fliegen fast leblos sind, fällt sie unter die normale CO_2-Produktion. Ganz ähnliche Kurven erhält man auch mit *Blatta americana*.

Die übersteigerte Atmung und das konstante, maximale Offenhalten der Thorakalstigmen bedingt auch eine anormal hohe Wasserabgabe der Tiere (s. Abb. 7).

Die Wasserabgabe ist bei den mit Pyrolan in Kontakt stehenden *Musca domestica* mindestens doppelt so groß wie bei unbeeinflußten Fliegen. Auch bei *Blatta* tritt sehr starke Wasserabgabe ein, die sich auch äußerlich nachweisen läßt. Nach einigen Stunden findet man bei den Tieren an den verschiedenen Orten, insbesondere unter den Intersegmentalhäuten, Luftblasen, die kurz vor dem Tod der Tiere mit bloßem Auge sichtbar werden. Die Extremitäten werden durch die Luftaufnahme, resp. das Eintrocknen brüchig.

pH-Änderungen in Blut und Muskeln unter Pyrolan-Einwirkung

Stark mit Pyrolan vergiftete *Blatta* weisen im Blute und in den Muskeln veränderte pH-Werte auf. Die normalen pH-Werte des Blutes betragen 6,9 bis 7,0, diejenigen der Muskeln 6,7 bis 6,8. Bei einer starken Pyrolan-Vergiftung fallen sie kurz vor dem Tode auf 6,3 beim Blut und 6,1 bei den Muskeln. Die stärkere Azidität des Blutes und der Muskeln ist wahrscheinlich auf starke Milchsäureproduktion infolge der klonischen Krämpfe der Extremitäten zurückzuführen.

Es hat den Anschein, als ob der durch Intoxikation mit Pyrolan eintretende Tod des Insekts zum größten Teil durch Erschöpfung, verbunden mit einer Autointoxikation, erfolge.

IV. Pyrolan zur Bekämpfung der Stubenfliege (*Musca domestica*.)

Nachdem in den vorausgehenden Kapiteln auf die allgemeinen insektiziden Eigenschaften des Pyrolan eingegangen wurde, soll nun im folgenden das neue Produkt ausschließlich vom Gesichtspunkt seiner Wirkung auf die resistente Fliegenform betrachtet werden. Die Bedeutung des Pyrolan beruht darauf, daß es nicht nur auf die normal-sensiblen Fliegen eine starke toxische Wirkung entfaltet, sondern auch gegenüber resistenten Formen dieser *Diptere* mit gutem Erfolge angewendet werden kann.

1. Zum Problem der Resistenz der Stubenfliege

Bevor wir auf die mit Pyrolan durchgeführten Versuche zur Bekämpfung der resistenten Fliegen näher eingehen, möchten wir kurz auf das Problem der Resistenzerscheinungen zu sprechen kommen, soweit wir es bis heute auf Grund unserer mehrjährigen Erfahrungen überblicken. Es ist vorgesehen über das Resistenzproblem bei den Fliegen in einer späteren, detaillierten Arbeit zu berichten.

Im ganzen genommen stimmen die Ergebnisse unserer Untersuchungen im Laboratorium mit einer Anzahl von Kleinzuchten verschiedener Fliegenstämme und die Resultate unserer praktischen Versuche prinzipiell mit den Erkenntnissen überein, wie sie bis heute in zahlreichen Publikationen (siehe Literaturverzeichnis) dargelegt sind.

Nachdem die ersten Berichte über ungenügende Wirksamkeit der DDT-Mittel aus Schweden eintrafen, weitere derartige Meldungen nach und nach aus verschiedenen europäischen und überseeischen Ländern folgten, und zu jener Zeit das Dichlordiphenyltrichloräthan praktisch als alleiniges synthetisches Kontaktinsektizit dastand, wurde dieses Phänomen als eine für diese chemische Verbindung spezifische Erscheinung angesehen und bewertet. Als später andere synthetische Insektizide auf breiter Basis zur Bekämpfung der Fliegenplage zum Einsatz kamen, stellten sich in relativ kurzer Zeit diesen, der DDT-Wirksubstanz chemisch nicht verwandten Substanzen (Hexachlorcyclohexan, das seine Wirkung weitgehend seiner Gasphase verdankt, Chlordan etc.) die nämlichen Schwierigkeiten entgegen.

Auf Grund unserer heutigen Erfahrungen mit einer Reihe von Laboratoriumszuchten und entsprechenden Beobachtungen aus der Praxis kommen wir zum Schluß, daß die Resistenzentwicklung bei Musca als Selektionsphänomen aufgefaßt wer-

den muß. Genetisch kann an eine Vererbung individuell erworbener Eigenschaften, in unserem Falle einer Widerstandsfähigkeit gegenüber einem Toxikum, das eventuell chronisch subletal aufgenommen wurde, sicher nicht gedacht werden.

Nicht nur mit DDT-Wirksubstanz, sondern auch mit einer Reihe anderer Insektizide konnten wir in Laborzuchten resistente Formen herausselektionieren. Dies geschah auf folgende Weise: Die Imagines der aufeinanderfolgenden Generationen verschiedener Fliegenpopulationen wurden im Zuchtverlaufe sukzessive für bestimmte Zeiten immer stärker konzentrierten Insektizidbelägen exponiert. Der größte Teil der Individuen erlag jeweils der Intoxikation, während immer ein Prozentsatz überlebte und zur Fortpflanzung kam. Als wichtigste Ergebnisse unserer Zuchtversuche können wir hervorheben:

1. Es gelang, wie bereits erwähnt, nicht nur mit DDT-Wirksubstanz, sondern auch mit einer Reihe weiterer Insektizide resistente Stämme zu erhalten.
2. Mit fortschreitender Erhöhung des Resistenzgrades bei ständiger Selektionierung mit dem Insektizid X wird nicht nur die Resistenz gegenüber diesem Insektizid erhöht, sondern es büßen nach und nach die meisten bekannten Insektizide gegenüber diesem selektionierten Stamm ihre Wirksamkeit mehr oder weniger stark ein.

Bei der labormäßigen Resistenzausweitung auf eine ganze Reihe Insektizide, die chemisch alle chlorierte Kohlenwasserstoffe darstellen, sowie bei Selektionierung eines Fliegenstammes mit einem einzigen Insektizid, fällt besonders auf, daß alle diese chemischen Verbindungen rascher auf Resistenzschwierigkeiten stoßen als DDT-Wirksubstanz. Selbst durch Erhöhung der Dosierung konnten die resistenten Fliegenformen auf die Dauer nicht mehr wirksam bekämpft werden.

Diese Ergebnisse führen zum Schluß, daß eine deutlich ausgebildete Resistenz der Fliegen nicht mittel-spezifisch ist, indem das resistente Verhalten jeweils nicht auf das selektionierende Insektizid beschränkt ist, sondern sich auch auf eine ganze Reihe chemischer Verbindungen erstreckt. Auf Grund dieses Resultates lassen sich die Schwierigkeiten erklären, auf die sekundär nach DDT-Produkten angewendete andere Insektizide in der Praxis relativ rasch stießen.

Die Ursachen der Resistenz können gewiß nicht einzig auf grob morphologische Unterschiede zwischen den resistenten und nicht resistenten Stubenfliegenformen zurückzuführen sein. Vergleichende cytologische, plasmatische und physiologische Untersuchungen dürften möglicherweise zu interessanten und aufschlußreichen Ergebnissen führen. Im Zusammenhang mit der inneren Resistenzursache erscheint uns von Interesse, daß resistente Stubenfliegen abiotische Temperaturen wesentlich leichter ertragen als normal-sensible Formen, eine Bestätigung unserer früheren Beobachtungen an den resistenten Fliegenstämmen aus Schweden (27).

Sternburg, Kearns und Bruce (23) konnten nachweisen, daß ihre resistenten Stubenfliegen imstande sind, Dichlordiphenyltrichloraethan zu einer nicht toxischen Aethylenverbindung abzubauen. Dieses Vermögen der Fliege kann wohl als Ursache der Resistenz gegenüber der DDT-Wirksubstanz aufgefaßt werden, läßt aber das resistente Verhalten gegenüber den übrigen chlorierten Kohlenwasserstoffen und die größere Widerstandsfähigkeit gegen abiotische Temperaturen vollkommen unabgeklärt.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß überhaupt nicht von einer Resistenz definierten Charakters, die für alle Fälle Gültigkeit hat, gesprochen werden kann. Die innere Resistenzursache muß nicht überall unbedingt die nämliche sein.

Es kann die Ansicht vertreten werden, daß bereits vor der Anwendung der modernen synthetischen Insektizide sich innerhalb der unbeeinflußten Stubenfliegen-Populationen Individuen mit stärkerer, resp. resistenter Konstitution befanden. Missiroli (18) macht für ihr Vorhandensein Mutationen verantwortlich. Da die Fliegenbekämpfungsaktionen in den ersten Jahren vollkommen erfolgreich erschienen, müßten sich demnach diese resistenten Individuen in sehr geringer Anzahl vorgefunden haben. Durch jahrelange, praktisch ununterbrochene Eliminierung der sensiblen Formen müßte eine Verschiebung im Populationsaufbau in dem Sinne eingetreten sein, daß die resistenten Formen nach und nach den Hauptanteil dieser selektionierten Stubenfliegenstämme ausmachten.

Es stellt sich in diesem Zusammenhange die Frage nach der Ursache solch zahlenmäßig verschwindender Minderheit in den früheren normalen Populationen. Wir müssen vorerst, allerdings ohne Beweis, annehmen, daß die die Resistenz bedingenden Gene sich gegenüber denjenigen der Normalform rezessiv verhalten. Vom Standpunkt der Fliegensozietät aus gesehen, wären demnach unsere resistenten Formen, wie Missiroli (18) sich ausdrückt, die von Natur aus weniger begünstigten.

Aus unseren Zuchtversuchen wissen wir, daß die Resistenzevolution nicht bloß den prozentualen Anteil resistent sich verhaltender Individuen von Generation zu Generation vergrößert, sondern daß dieser Populationsanteil selbst in seinen ausgeprägtesten Fällen an Resistenzhöhe zunimmt. Diese Erscheinung führt zur Annahme, daß unsere heutigen resistenten Fliegen einen höheren Resistenzgrad besitzen als ihre theoretischen Urahnen, die zur Zeit vor den umfassenden Bekämpfungsaktionen sich in sehr geringer Zahl vorgefunden haben müßten.

Wir wissen heute über die inneren Resistenzursachen praktisch nichts Konkretes. Die Entwicklungen im Freiland werden uns vielleicht hie und da wertvolle Hinweise liefern können, die unsere Arbeiten im Laboratorium befruchtend beeinflussen dürften. Der heutige Stand unserer Erkenntnisse auf dem Resistenzgebiet weist indessen mit großer Eindrücklichkeit auf den großen Rückstand in der allgemeinen Grundlagenforschung hin. Ohne dessen Aufholung dürfte es sehr schwer fallen, das Problem der Resistenz auch nur annähernd abzuklären.

2. Versuche zur Bekämpfung der resistenten Stubenfliegen

Pyrolan hat, wie im folgenden gezeigt werden soll, große Aussicht, eine wirksame Bekämpfung resistenter Fliegenformen zu ermöglichen, und zwar scheint seine Fähigkeit in der Hauptsache im andersgearteten Wirkungsmechanismus gelegen zu sein.

Pyrolan läßt sich vor allem anwenden:

a) als sog. Knock-Down-Mittel, d. h. Wirkung des Produktes bei Direkt-Applikation auf die Stubenfliegen,
b) als Produkt mit dauernder Belagswirkung,
c) als Larvizid zur Bekämpfung der *Musca*-Larven.

a) Der Knock-Down-Effekt des Pyrolan

Es ist nach unseren bisherigen Erfahrungen zur wirksamen Bekämpfung resistenter Fliegen wichtig, daß das angewandte Mittel nicht nur längere Dauerwirkung als Belag aufweist, sondern auch über gute Sofortwirkung (Knock-Down-Effekt) bei Direktapplikation verfügt.

Pyrolan wurde im Laboratorium und in der Praxis während zirka zwei Jahren in zahlreichen Versuchen eingehend auf seinen Knock-Down-Effekt hin untersucht. Es ist nicht möglich, hier die gesamten Versuchsresultate auch nur auszugsweise wiederzugeben. Wir beschränken uns auf die Darstellung von Mittelwerten, die aus einigen Dutzend Einzelprüfungen gewonnen worden sind.

Untersuchungen im Laboratorium

Versuche mit resistenten Fliegen

Pyrolan wurde zu 0,5, 1, 2, 3, 4 und 5 % in Spezial-Petrol gelöst. Aus je 0,5 cm^3 dieser Lösungen wurden mit einem speziellen Verneblungsapparat in 20 Liter messenden Gefäßen Aerosole hergestellt. Die Direktwirkung dieser Aerosole wurde mit resistenten Stubenfliegen in der Weise gemessen, daß die Tiere unmittelbar nach Bildung des Aerosols diesem exponiert wurden. Pro Einzelversuch wurden jeweils 50 Testtiere verwendet.

Die Werte in Tabelle 5 bedeuten die Zeit vom Einsatz der Tiere bis zur Erreichung 50 %iger permanenter Rückenlage und stellen das arithmetische Mittel der Resultate aus 38 Einzelprüfungen dar. Die Versuche

wurden im Temperaturbereiche von 23—27° C durchgeführt. Das Alter der Testtiere betrug 3—5 Tage.

Tabelle 5
Knock-Down-Wirkung eines Pyrolan-Spraynebels bei resistenten Fliegen im Temperaturbereich von 23—27° C

Konz. an Pyrolan	0,5%	1%	2%	3%	4%	5%	DDT-Wirksubst. 5%
Zeit bis 50% RL	15′ 30″	10′ 30″	8′	7′	6′ 30″	5′ 30″	>60′

Die nämliche Konzentrationsreihe wurde nach der gleichen Methode bei wesentlich niedrigeren Temperaturen geprüft. Die Werte in Tabelle 6 stellen das arithmetische Mittel der Resultate aus 12 Einzelprüfungen dar, die bei Temperaturen von 16—20° C durchgeführt worden sind. Das Alter der Testtiere betrug ebenfalls 3—5 Tage.

Tabelle 6
Knock-Down-Wirkung eines Pyrolan-Spraynebels bei resistenten Fliegen im Temperaturbereich von 16—20° C

Konz. an Pyrolan	0,5%	1%	2%	3%	4%	5%	DDT-Wirksubst. 5%
Zeit bis 50% RL	26′ 30″	15′	11′	10′ 30″	7′	7′	>60′

Unsere Versuchsresultate illustrieren eindringlich die große Überlegenheit des Pyrolan in seiner Sofortwirkung gegen resistente Stubenfliegen im Vergleich zu Dichlordiphenyltrichloraethan. Mit Pyrolan ist es demzufolge möglich, resistente Fliegen mit einem relativ niedrig konzentrierten Spray erfolgreich zu bekämpfen.

Außerdem weisen unsere Versuchsresultate auf gewisse Temperaturabhängigkeit der Wirkungsgeschwindigkeit hin. Wir möchten indessen diese hier dargestellten Werte nicht als absolute Größen aufgefaßt wissen, da sie je nach Alter der verwendeten Stubenfliegen variieren können.

Versuche mit normal-sensiblen Fliegen

In weiteren Versuchen wurde die Knock-Down-Wirkung des Pyrolan im Vergleich zu Dichlordiphenyltrichloraethan gegenüber normal-sensiblen Stubenfliegen geprüft. Von beiden Verbindungen wurden identische Konzentrationsreihen hergestellt und diese nach der bereits beschriebenen Methode geprüft. Die Zahlen in Tabelle 7 sind Mittelwerte aus 6 Einzelprüfungen. Fliegenalter 3—5 Tage. Temperaturbereich 18—21° C.

Tabelle 7
Knock-Down-Wirkung eines Pyrolan-Spraynebels bei normal-sensiblen Fliegen im Temperaturbereich von 18—21° C

Konz.	0,5%	1%	2%	3%	4%	5%
50%ige Rückenlage:						
DDT-Wirksubstanz	30′	28′	18′ 30″	16′	15′	11′ 30″
Pyrolan	22′ 30″	16′ 30″	7′ 30″	7′ 30″	7′ 30″	6′

Es ist auffallend, daß in unseren Laborprüfungen durch eine Steigerung der Konzentration des Pyrolan über 2% hinaus bei den normal-sensiblen Fliegen im Gegensatz zu den resistenten keine wesentliche Effektsteigerung

zustande kommt. Der Vergleich dieser relativen Knock-Down-Werte der DDT-Wirksubstanz und des Pyrolan gegenüber unsern normal-sensiblen Fliegen zeigt, daß ca. 1,5 % Pyrolan der Wirkung von 5 % Dichlordiphenyltrichloraethan entsprechen, oder mit anderen Worten: um den Knock-Down-Wert eines Produktes mit 5 % DDT-Wirksubstanz gegenüber unsern normal-sensiblen Stubenfliegen zu verbessern, müssen hier ca. 1,5 % Pyrolan zugesetzt werden.

Versuche unter praktischen Bedingungen

Im Anschluß an die labormäßigen Entwicklungsarbeiten zur Bestimmung der Knock-Down-Wirkung des Pyrolan wurden zahlreiche Versuche in Zimmern durchgeführt, um unter natürlichen Verhältnissen die Laborresultate zu verifizieren. Diese Versuche fanden in den Frühlings- und Sommermonaten 1949 und 1950 statt und wiesen in ihren Ergebnissen keine wesentlichen Schwankungen auf, es sei denn temperaturbedingte.

Die im folgenden angeführten Resultate stammen aus Untersuchungen, die im Frühling 1950 durchgeführt worden sind.

Jeweils 180 cm^3 Spray wurden in ca. 40 m^3 messenden insektizidfreien Räumen vernebelt. Auf Wände und Decke berechnet (ca. 60 m^2) ergab sich eine Dosierung von 3 cm^3 Spray pro m^2. Die Raumtemperatur betrug 19° C.

Pro Versuch wurden 200 resistente Stubenfliegen im Alter von 4 bis 5 Tagen verwendet. Die in Tabelle 8 angeführten Zahlen bedeuten die auf dem Fußboden in den verschiedenen Zeitintervallen ausgezählten Fliegen in Prozentwerten. (Lösungen der Aktivsubstanz in Spezial-Petrol.)

Tabelle 8
Knock-Down-Wirkung verschiedener Pyrolan-DDT-Wirksubstanz-Kombinationen in Sprayform bei resistenten Fliegen. Raumtemperatur 19° C

Zeit nach Versuchsbeginn	5% DDT-Wirksubstanz + 0,25% Pyrolan	5% DDT-Wirksubstanz + 0,5% Pyrolan	5% DDT-Wirksubstanz + 1% Pyrolan	5% DDT-Wirksubstanz
5′	31	53	79	3
10′	68	97	99	21
15′	92	100	100	34
20′	100			55
30′				83

Die hier gewonnenen Werte zeigen, daß bereits ein Gehalt von 0,25 % Pyrolan gegenüber resistenten Stubenfliegen einen bemerkenswerten Knock-Down-Effekt ausübt. 0,5—1 % Pyrolan weisen eine Knock-Down-Wirkung auf, die als gut bezeichnet werden darf.

b) Die Dauerwirkung des Pyrolan

Untersuchungen im Labor

Das im folgenden gewählte Beispiel (s. Tabelle 9) aus der großen Zahl unserer Untersuchungsarbeiten zeigt, daß Pyrolan selbst bei feiner Verteilung weitgehend stabil ist und während Wochen gute Kontaktwirkung auf resistente Stubenfliegen ausübt:

Lösungen von 1—5 % Pyrolan in Spezial-Petrol wurden mittels Dosierungsapparat auf Glas und trockene Holzplatten (Kiefer) appliziert. Die Beläge wurden im August 1950 während 28 Tagen bei 18—27° C im Laboratorium gelagert.

Die Prüfungen mit resistenten 3—5 Tage alten Stubenfliegen erfolgten 1, 7, 14, 21 und 28 Tage nach der Applikation. Die Dauerexposition der Testtiere erfolgte während 120 Minuten. Die Werte in Tabelle 9 bedeuten die % Tiere in permanenter Rückenlage.

Tabelle 9 a

Dauerwirkung des Pyrolan auf Glasplatten mit resistenten Fliegen getestet

Konz. des Sprays	Wirksubstanz pro m²	Kontroll-zeit	Alter der Beläge in Tagen 1	7	14	21	28
Pyrolan							
1%	0,12 g	30′	65	90	92	67	82
		60′	90	100	97	95	95
		90′	95	100	100	95	100
		120′	100	100	100	97	100
2%	0,24 g	30′	90	92	90	87	100
		60′	100	97	92	95	100
		90′	100	100	95	100	100
		120′	100	100	97	100	100
3%	0,36 g	30′	75	97	95	92	97
		60′	85	100	97	95	97
		90′	85	100	97	97	100
		120′	90	100	97	97	100
4%	0,48 g	30′	90	90	100	92	87
		60′	100	100	100	100	97
		90′	100	100	100	100	100
		120′	100	100	100	100	100
5%	0,60 g	30′	65	72	77	70	67
		60′	80	97	85	92	90
		90′	90	100	97	95	100
		120′	90	100	97	97	100

Tabelle 9 b

Dauerwirkung des Pyrolan auf Holzplatten, mit resistenten Fliegen getestet

Pyrolan							
1%	0,12 g	30′	0	0	0	0	12
		60′	15	20	10	14	60
		90′	55	52	50	37	67
		120′	70	87	75	50	72
2%	0,24 g	30′	0	0	0	2	22
		60′	30	37	5	50	57
		90′	65	50	54	72	67
		120′	85	82	82	92	92
3%	0,36 g	30′	0	10	0	0	20
		60′	20	37	32	7	77
		90′	80	90	42	67	95
		120′	90	95	85	70	100
4%	0,48 g	30′	10	2	0	0	12
		60′	35	20	10	50	52
		90′	65	55	70	60	75
		120′	70	80	75	77	90
5%	0,60 g	30′	20	0	0	7	17
		60′	45	17	15	52	62
		90′	60	32	37	85	85
		120′	95	42	75	85	92

Die Resultate zeigen, daß mit Pyrolan-Sprays Beläge hergestellt werden können, die während mehreren Wochen gute insektizide Wirkung entfalten. Die insektizide Wirkung der Spray-Beläge auf den sehr trockenen Kiefernholz-Platten ist wesentlich geringer als auf Glasplatten. Wir haben als Beispiel für die Einwirkung poröser Oberflächen auf die Belagswirkung

der Sprays absichtlich diese ziemlich extremen Versuchsbedingungen gewählt. Die relativ große Streuung der auf diesem Holz erhaltenen Insektizidwerte ist in erster Linie auf die unterschiedliche Konsistenz der Holzbretter zurückzuführen (Äste, unterschiedliche Faserrichtung etc.). Weitere Entwicklungsarbeiten haben gezeigt, daß es möglich ist, durch Zusatz diverser sog. Hilfslösungsmittel die starke Absorption des Kerosensprays durch poröse Oberflächen in erheblicher Weise zu mildern.

Vergleich der Reaktionsbereitschaft normal-sensibler und resistenter Stubenfliegen auf Pyrolan-Beläge

Wir kamen im Verlaufe unserer Untersuchungen mit Pyrolan zur Feststellung, daß Beläge dieses Insektizides auf normal-sensible Stubenfliegen rascher wirken als auf unsere resistenten Formen, ferner, daß Pyrolan auf normal-sensible Stubenfliegen rascher wirkt als DDT-Wirksubstanz.

3 %ige Kerosenlösungen wurden auf Glasplatten appliziert. Dosierung: ca. 0,5 g Wirksubstanz pro m^2. Nach viertägiger Lagerung wurden die Beläge mit resistenten und normal-sensiblen Stubenfliegen geprüft. Dauerkontakt während 60 Minuten.

Tabelle 10

Kontaktwirkung 4 Tage alter Beläge von 0,5 g Pyrolan resp. DDT-Wirksubstanz pro m^2 auf normal-sensible und resistente Stubenfliegen. Die Werte stellen die % der Tiere in permanenter Rückenlage zu den 4 Kontrollzeiten dar. Dreifache Prüfung mit je 40 Tieren

Stubenfliegenform	Kontroll-zeit	Pyrolan			DDT-Wirksubstanz		
		1.	2.	3.	1.	2.	3.
normal-sensibel	10′	67	80	70	17	15	17
	20′	82	92	95	42	50	55
	30′	97	100	97	87	77	80
	60′	100	100	100	100	97	95
resistent	10′	10	25	25	0	0	0
	20′	72	37	37	2	0	0
	30′	72	55	57	2	0	0
	60′	82	82	95	10	7	5

Die Tatsache, daß resistente Stubenfliegen auf Pyrolan langsamer reagieren als normal-sensible Formen, veranlaßte uns, Selektionsversuche durchzuführen, da die Möglichkeit der Resistenzentwicklung auf Pyrolan durchaus besteht. Die bisherigen Ergebnisse dieser selektionierten Zuchten sind in Kapitel 3 resümiert.

Untersuchungen in der Praxis

In den Sommer- und Herbstmonaten 1950 wurde eine Reihe von Praxisversuchen mit Pyrolan-Sprays durchgeführt, von denen besonders zwei erwähnt seien. Bei dem einen handelt es sich um die Bekämpfung von Mischpopulationen, wie sie in der Praxis meistens anzutreffen sind. Im anderen Fall handelt es sich um praktisch resistente Stubenfliegen sowie Culiciden und Anopheliden. Aus diesem Grunde wurden Kombinationssprays angewendet.

1. Im Sommer 1950 wurde in der Eidg. Militärpferdeanstalt in Bern ein Kerosenspray der Formel 2 % Pyrolan plus 5 % DDT-Wirksubstanz angewendet. Die dortige Stubenfliegenpopulation war mit reinen DDT-Produkten allein nicht mehr erfolgreich zu bekämpfen. Als

weitere lästige Insekten traten sehr große Mengen von *Fannia canicularis* und verschiedene andere Musciden auf. Behandelt wurden ein Aufenthalts- und ein Toilettenraum mit ca. 15 cm^3/m^2 Wandfläche. Applikationsdatum: 21. 6. 1950.
Am 26. 6., 10. 7. und 17. 8. 1950 wurden Kontrollen ausgeführt. Die Räume waren fliegenfrei und man konnte jeweils größere Mengen toter Fliegen am Boden der Räume feststellen. Wir erzielten hier eine gute Dauerwirkung von 5—6 Wochen.

2. Ein Versuchsprodukt mit 5 % Pyrolan plus 5 % DDT-Wirksubstanz wurde im Sommer 1950 im Rahmen einer Malariabekämpfungsaktion in Sardinien geprüft. Im Versuchsgebiete traten neben *Culex*- und *Anopheles*-Mücken in Massen stark resistente *Musca domestica* auf. Unser Spray wurde in 22 Häusern in einer Dosis von 20—25, resp. 40 bis 50 cm^3 pro m^2 appliziert. Regelmäßige Kontrollen der behandelten Räume ergaben gute Dauerwirkung während drei Monaten. Zur Verifizierung der Wirksamkeit der Spraybeläge gegen resistente Stubenfliegen wurde ein Teil der behandelten Räume in bestimmten Intervallen durch Aussetzen resistenter Zuchtfliegen getestet.

c) Pyrolan als Larvizid zur Bekämpfung der *Musca*-Larven

Wir haben schon früher festgestellt, daß Pyrolan auf ausgewachsene *Musca domestica*-Larven in relativ geringen Gaben rasche Abtötungswirkung ausübt. In der Folge wurden einige weitere Versuche durchgeführt:

Pyrolan wurde zu 0,1, 0,3 und 0,5 % in Wasser + Aethylalkohol (10 : 1) gelöst. Je 5 cm^3 dieser Lösung wurden mit 300 cm^3 Fliegenlarvenfutter vermischt und pro Probe setzte man 20 verpuppungsreife Larven resistenter Stubenfliegen zu. Nach 10 Tagen wurden die jeweils doppelt ausgeführten Ansätze kontrolliert.

Tabelle 11
Wirkung von Pyrolan auf verpuppungsreife Larven resistenter Stubenfliegen

Konz. Pyrolan	Total der eingesetzten Larven	Situation nach 10 Tagen	
		geschlüpfte Fliegen	tote Larven
0,1 %	40	2	38
0,3 %	40	1	39
0,5 %	40	0	40
Kontrolle*)	40	34	6

*) Lösungsmittel: Wasser + Aethylalkohol.

Die larvizide Wirkung des Pyrolan konnte demnach auch in dieser Versuchsanordnung nachgewiesen werden. In weiteren Versuchen wurde eine gewisse Abhängigkeit der Wirkungsgeschwindigkeit vom Alter der Larven festgestellt, indem Larven im dritten Stadium zur Abtötung länger brauchten als solche im zweiten und ersten Stadium. Gegenüber Larven normal-sensibler Stubenfliegen scheint die Wirkung des Pyrolan eventuell etwas verstärkt.

Weitere Entwicklungsarbeiten werden abklären, in welchem Ausmaß sich die larvizide Eigenschaft des Pyrolan in praktischen Bekämpfungsaktionen auswerten läßt. Die ersten vorliegenden Ergebnisse versprechen gewisse Möglichkeiten.

3. Pyrolan und Resistenzentwicklung

Wir haben bereits auf die Tatsache der Resistenzverbreitung hingewiesen. Es ist fragwürdig, ob auf die Dauer solch hochresistenten Stubenfliegenstämmen auf dem Wege des bloßen Tarsalkontaktes allein mit irgendeinem Insektizid noch beizukommen ist. Selbst Hexachlorcyclohexan, dessen insektizide Wirkung in hohem Maße durch die Gasphase bedingt wird, büßt seine Wirkung gegenüber diesen resistenten Stubenfliegen stark ein.

Die beträchtliche toxische Wirkung des Pyrolan gegenüber resistenten und normal-sensiblen Stubenfliegen (Knock-Down-Effekt bei Direktapplikation, Wirkung durch Tarsalkontakt und larvizide Wirkung) läßt die Möglichkeit der Ausbildung resistenter Stämme bei chronischer Applikation dieses Produktes durch Selektion durchaus offen. Wir konnten feststellen, wie aus Tabelle 9 ersichtlich ist, daß die mit DDT-Wirksubstanz selektionierten Stubenfliegen (ca. 60. Generation) auf Pyrolan etwas langsamer ansprechen als normal-sensible Formen. Selbstverständlich kann diese Tatsache noch nicht als Argument für eine Resistenzentwicklung durch Selektionierung mit Pyrolan gelten. Sie veranlaßte uns aber, entsprechende Laborzuchten durchzuführen, die kurz umrissen bisher zu folgenden Resultaten führten.

1. Ein von normal-sensiblen Fliegen abgezweigter Stamm wurde mit Pyrolan selektioniert, indem die Imagines der aufeinanderfolgenden Generationen während 1 Minute einem sehr schwachen Pyrolan-Belag exponiert wurden (Mortalität jeweils 30—70 %). Bis zur 9. Generation (bei Abschluß des Manuskripts erreichte Generationsfolge) konnte weder auf Pyrolan noch auf Dichlordiphenyltrichloraethan Resistenzentwicklung nachgewiesen werden.
2. Ein von resistenten Fliegen abgezweigter Stamm (ca. 45. Generation eines mit Dichlordiphenyltrichloraethan selektionierten Stammes) wurde mit Pyrolan weiterbehandelt (Vorgehen wie oben bei etwas höherer Dosierung). Die im heutigen Zeitpunkt erreichte 18. Generation läßt eventuell auf leichte, aber nicht gesicherte Einbuße seines damaligen Resistenzgrades gegenüber Dichlordiphenyltrichloraethan schließen, während die Reaktionsbereitschaft auf Pyrolan völlig unverändert blieb.

Selbstverständlich lassen sich auf Grund dieser noch relativ kleinen Generationsfolgen keinesfalls irgendwelche definitiven Schlußfolgerungen für Pyrolan ziehen.

V. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden in einem ersten Teil die allgemeinen insektiziden Eigenschaften und im zweiten Teil die praktische Verwendbarkeit des 1-Phenyl-3-methyl-pyrazolyl-(5)-dimethylcarbamat zur Bekämpfung resistenter Fliegen, im folgenden als Pyrolan bezeichnet, besprochen. Die neue insektizide Substanz besitzt neben der Lipoidlöslichkeit eine gewisse Wasserlöslichkeit; in ihrer Toxizität für Warmblüter entspricht das Präparat ungefähr dem Rotenon.

Per os verabfolgt besitzt Pyrolan auf Lepidopterenraupen, *Blatta americana* und *Melolontha melolontha* auch in hohen Gaben keine toxische

Wirkung. Insekten dagegen, die saugend flüssige Nahrung zu sich nehmen, können mit ganz geringen Gaben getötet werden. Besonders empfindlich sind *Musca domestica* Imagines und Falter von *Ephestia kühniella*. Die rasche Wirkung der Substanz ist hier auffallend.

An 12 Testtieren wurde die Kontaktwirkung der Substanz geprüft. Diese besitzt bei hoher Konzentration ein ziemlich breites Wirkungsspektrum, bei niedrigen Gaben unter 0,1 mg/100 cm^2 werden nur noch wenige Versuchstiere erfaßt, unter denen sich *Musca domestica* und deren Larven befinden. Wasserinsekten, insbesondere Trichopterenlarven, sind gegenüber der Substanz außerordentlich empfindlich.

Bei den mit Pyrolan vergifteten Insekten zeigt sich ein eigenartiger, in regelmäßigen Intervallen eintretender Tremor der Extremitäten, der als klonischer Tetanus bezeichnet werden kann. Im Tremor führen die Mundwerkzeuge konstante Bewegungen aus, die zu starkem Aufblähen der Tiere führen.

Der Beintremor steht in keinem funktionellen Zusammenhang mit dem Insektengehirn, da auch bei dekapitierten Tieren der Tremor unverändert weiterläuft. Der Angriffspunkt der Substanz für die Auslösung des Tremors liegt in den motorischen Teilen der Thorakalganglien, im Gegensatz zur DDT-Wirksubstanz, die peripher angreift. Durch Barbitursäureinjektionen konnte festgestellt werden, daß Pyrolan eine deutliche analeptische Wirkung ausübt.

Die Substanz wird im Blute abgebaut, z. T. auch in einzelnen Körperorganen gespeichert. Durch den Tremor wird die Atemtätigkeit und die CO_2-Abgabe stark erhöht und es tritt gleichzeitig eine anormal hohe Wasserabgabe ein. Die pH-Werte des Blutes und der Muskeln verändern sich im Verlaufe der Vergiftung gegen die saure Seite hin ziemlich stark. Wahrscheinlich ist der Tod der Insekten zum größten Teil durch Erschöpfung bedingt.

Im 2. Teil der Arbeit wird eingehend über die Bedeutung des Pyrolan zur Bekämpfung resistenter *Musca domestica* berichtet und das Problem der Resistenz der Stubenfliegen besprochen. Die Resistenz muß als Selektionsphaenomen aufgefaßt werden. Es gelang nicht nur mit DDT-Wirksubstanz, sondern auch mit einer Reihe weiterer Insektizide durch Selektion resistente Fliegenstämme zu erhalten. Zudem wurde gefunden, daß bei ständiger Selektionierung mit einem bestimmten Insektizid nicht nur die Resistenz gegenüber diesem erhöht wird, sondern daß nach und nach eine ganze Reihe bekannter Insektizide gegenüber dem selektionierten Fliegenstamm ihre Wirksamkeit mehr oder weniger stark einbüßen. Auf Grund von Beobachtungen, nach welchen der prozentuale Anteil der resistenten Tiere von Generation zu Generation vergrößert wird und gleichzeitig auch die Resistenzhöhe immer mehr zunimmt, werden Schlüsse über das Resistenzgeschehen gezogen.

Die Versuche zur Bekämpfung der resistenten Stubenfliegen mit Pyrolan haben ergeben, daß diese Substanz in der Direktapplikation eine gute Knock-Down-Wirkung ausübt und als Belag eine ansehnliche Dauerwirkung besitzt sowie auch larvizide Eigenschaften aufweist. Großversuche in der Schweiz und in Sardinien in Gebieten mit resistenten Fliegen haben diese Angaben vollauf bestätigt, indem es gelang mit Pyrolan die betr. Räume für Wochen hindurch fliegenfrei zu erhalten. Die larvizide Wirkung

des Pyrolan zur Bekämpfung von *Musca*-Larven konnte an Hand einiger Kleinversuche nachgewiesen werden.

In einem Schlußkapitel wird kurz auf das Problem der Resistenzentwicklung gegenüber Pyrolan eingegangen und dabei festgestellt, daß bis dahin keine Anhaltspunkte vorliegen, die auf Resistenzentwicklung in dieser Richtung hinweisen.

VI. Zitierte Literatur

1. Anonym, 1949, Fisher on Resistant Flies. Pests and Their Control *17*, No. 5, 30.
2. Babers, F. H., 1949, Development of Insect Resistance to Insecticides. Cir. E. — 776 Bur. Ent. Pl. Quar. U. S. Dept. Agr. 31 pp.
3. Barber, G. W., & Schmitt, J. B., 1948, House Flies Resistant to DDT Residual Sprays. Bull. 742, N. J. Agr. Exp. Sta. 8 pp.
4. Barber, G. W., & Schmitt, J. B., 1949, A Line of House Flies Resistant to Methoxychlor. J. Econ. Ent. 42, 844—845.
5. Barber, G. W., Starnes, O., & Starnes, E. B., 1948, Resistance of House Flies to Insecticides. Soap and San. Chem. *24*, No. 11, 120—121 und 143.
6. Bishopp, F. C., 1950, Outlook to House Fly Control. Soap and San. Chem. *26*, No. 12, 118—120 und 149.
7. Blickle, E. L., Capelle, A., & Morse, W. J., 1948, Insecticide Resistant Houseflies. Soap and San. Chem. *24*, No. 8, 139, 141 und 149.
8. Bruce, W. N., 1950, House Fly Resistance to Insecticides. Pest *18*, No. 4, 9—10.
9. Bruce, W. N., & Decker, G. C., 1950, House Fly Tolerance for Insecticides. Soap and San. Chem. *26*, No. 37, 122—125, 145—147.
10. Buxtorf, A., 1949, Die Anwendung von Dichlordiphenyltrichloraethan als Insektizid in der Human- und Veterinärhygiene. Ergebnisse der Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforschung und experimentellen Therapie *26*, 61—138.
11. Chauvin, R., 1949, Physiologie de l'insecte. Paris.
12. Gilbert, J. H., Wilson, H. G., & Coarsey, J. M., 1950, Control of Houseflies in Barns with Different Insecticides. Cir. E —795, Bur. Ent. Pl. Quar. U. S. Dept. Agr. 11 pp.
13. Jordan, H., 1927, Die Regulierung der Atmung bei Insekten und Spinnen. Zeitschr. f. vergl. Physiol. *5*, 179—190.
14. Keiding, J., & van Deurs, H., 1949, DDT-Resistance in House Flies in Denmark. Nature (London) *163*, 964—965.
15. Lindquist, A. W., & Wilson, H. G., 1948, Development of a Strain of House Flies Resistant to DDT. Science *107*, 276.
16. March, R. B., & Metcalf, R. L., 1949, Development of Resistance to Organic Insecticides other than DDT by House Flies. J. Econ. Ent. *42*, 990.
17. March, R. B., & Metcalf, R. L., 1950, Insecticide-Resistant Flies. Soap and San. Chem. *26*, 121, 123, 125 und 139.
18. Missiroli, A., 1950, The Control of Domestic Insects in Italy. Am. J. Trop. Med. *30*, 773—783.
19. Mosna, E., 1950, Il Controllo con Octa-Klor delle Mosche Domestiche DDT resistenti. Riv. Parasitol *11* (1), 27—35.
20. Sacca, G., 1947, Sull esistenza di mosche domestiche resistenti all DDT. Riv. Parasitol. *8*, 127.
21. Speich, H., Mündliche Mitteilung.
22. Staudenmeyer, T. & Stellwaag, F., 1940, Über Wasserstoffionenkonzentration und das Pufferungsvermögen des Darmes von *Clysia ambiguella, Polychrosis botrana* und einigen anderen Insekten sowie ihres Futters. Zeitschr. f. angew. Entom. *26*, 589—607.
23. Sternburg, J., Kearns, C. W. & Bruce, W. N., 1950, Absorption and Metabolism of DDT by Resistant and Susceptible House Flies. Journ. Econ. Ent. *43*, (2), 214—219.
24. Sternburg, J. & Kearns, C. W., 1950, Degradation of DDT by Resistant and Susceptible Strains of House Flies. Ann. Ent. Soc. Amer. *43*, 444—458.
25. Wiesmann, R., 1943, Eine neue wirksame Methode zur Bekämpfung der Fliegenplagen in Ställen. Schweiz. Arch. Tierheilk. *85*, 25.
26. Wiesmann, R., 1947, Untersuchungen über das physiologische Verhalten von *Musca domestica* L. verschiedener Provenienzen. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. *20*, 484—504.

27. WIESMANN, R., 1949, Der Wirkungsmechanismus des Dichlordiphenyltrichloraethan bei den Arthropoden, speziell bei den Insekten. Ergebnisse der Hygiene, Bakteriologie, Immunitätsforschung und experimentiellen Therapie *26*, 46—61.
28. WIESMANN, R., GASSER, R. & GROB, H., 1951, Über ein neuartiges, selektives Aphizid mit Tiefenwirkung. Experientia *7*, 117—120.
29. WILSON, H. G., & GAHAN, J. B., 1948, Susceptibility of DDT Resistant House Flies to other Insecticidal Sprays. Science *107* (2776); 276—277.

Das Gamma-Hexachlorcyclohexan im Forst

Von

ERICH HEIDENREICH, Darmstadt

Über 25 Jahre Forstschutz sind eng verknüpft mit dem Namen ESCHERICH

Sie lassen heute fast die mühsamen und arbeitsreichen Jahre vergessen, in denen die Grundlagen für die gegenwärtige Schädlingsbekämpfung geschaffen wurde, und es ist gut, sich einmal wieder daran zu erinnern, daß von München ausgehend gerade die Forstentomologie die wesentlichen Vorarbeiten leistete, Vorarbeiten, ohne die weder die Bekämpfung landwirtschaftlicher Großschädlinge, noch die in den letzten Jahren so lebhafte Entwicklung der neueren Kontaktinsektizide ihren enormen Aufschwung gefunden hätten.

Ausgehend von ESCHERICH verfügt heute die Forstentomologie über ein vorbildliches Schulungssystem, welches den Forstmann befähigt, einen Schädlingsbefall in der Kontrolle zu halten oder ihn, wenn einmal unglückliche Umstände wie im letzten Kriege zu einer Kalamität führen, in kurzer Zeit zu beseitigen. Freilich gehören dazu die entsprechenden Mittel. Aber auch hier lagen die Entwicklungsarbeiten über Geräte und chemische Präparate wegweisend vor und zeigten der Industrie die Ziele. Vom Fraßgift zum Kontaktgift, von Arsen über die Pflanzengifte *(Derris, Rotenon, Pyrethrum, Quassin), Dinitroorthokresol* zum *DDT, Hexachlorcyclohexan* und den *Phosphorestern* war wohl ein weiter Weg, aber seine Zwangsläufigkeit erscheint im Forst unverkennbar, ohne größere Rückschläge gehemmt, Beweis einer festfundierten Entwicklung.

Das *Hexachlorcyclohexan*, auch HCH oder Benzolhexachlorid ($H_6C_6Cl_6$) genannt, entsteht bei der Vereinigung von Chlor und Benzol unter besonderen Reaktionsbedingungen. Dabei fällt zunächst ein technisches Produkt als Gemisch verschiedener Isomeren an. Wie allgemein bekannt, ist davon lediglich das Gamma-Isomere als insektizid wirksamer Bestandteil zu werten, der Gehalt an Gamma bestimmt also den Wirkungsgrad der aus den technischen Produkten hergestellten Präparate. Dieser Gehalt an Gamma ist bei den einzelnen Fabrikationsverfahren im technischen Produkt nicht einheitlich, er liegt allgemein etwa bei 12—15%. Seine genauere Bestimmung ist aber notwendig und nicht ersetzbar durch allgemeine Angaben über den Wirkstoffgehalt eines Präparates, wenn damit, wie es häufig der Fall war, das Isomerengemisch angegeben wurde. Präparate mit einem ungereinigten technischen Wirkstoff haben

eine etwas schwächere Sofortwirkung, da das Gamma in den Nebenisomeren mehr oder weniger eingekleidet ist. Sie haben dafür eine größere Dauerwirkung.

Die Herstellerfirmen waren nun bemüht, aus dem technischen Anfangsprodukt durch anschließende Aufreinigung in langwierigen Kristallisationsverfahren das Gamma anzureichern und schließlich zu isolieren, und seit dem Jahre 1949 sind einzelne deutsche Firmen in der Lage, Rein-Gamma als einen 99—100%igen Wirkstoff zu liefern.

Unter den neuen Kontaktinsektiziden hat sich das *Hexachlorcyclohexan* eine besondere Stellung in der Bekämpfung der Bodenschädlinge erworben. Versuchsweise angewendet, bestätigte es seine besondere Brauchbarkeit im Vergleich zu anderen Chemikalien, ließ eine anhaltende Wirkung im Boden erkennen — ohne daß zunächst eine Deutung dieser im Gegensatz zu dem oberflächigen Verhalten stehenden Dauerwirkung gegeben werden konnte — und seine Anwendungsmenge erschien in wirtschaftlich tragbaren Grenzen.

Der relativ geringe Verbrauch und die Ergebnisse der Bodenbehandlung legten es nahe, eine verdampfende Wirkung des Hexa im Boden anzunehmen, was sich aus folgender Überlegung auch zwangsläufig ergibt: Bei einer Oberflächenbehandlung wird pro qm mit einer Anwendung von 2 g Stäubemittel gerechnet, mit einem Volumen von etwa 4 cm^3. Auf eine Fläche von 1 m^2 verteilt, bedeutet das eine Belagstärke von 0,0004 cm. Berücksichtigt man die Oberflächenvergrößerung durch Pflanzenbewuchs und nimmt für einen mittleren Bestand etwa eine fünffache Oberflächenvergrößerung an, so erhält man für die Belagstärke sogar nur noch 0,00008 cm, d. h. weniger als 1 μ Schichtstärke des Stäubemittels genügen für eine insektizide Wirkung. Bei einer Bodenbehandlung ist der Boden als Raum zu betrachten und die entsprechende Verdünnung des Präparates zu berücksichtigen. Streut man 10 g Streumittel (= ca. 8 ccm) pro m^2 und verarbeitet auf 10 cm Tiefe, so erhält man also ein Mischungsverhältnis von 8 : 100 000 oder 1 : 12 500. Bei einem Wirkstoffgehalt von 1—2% Gamma, i. M. 1,5%, sind etwa 0,150 g Gamma angewendet. Sie befinden sich raummäßig bei geringerem spez. Gewicht des Gamma etwa im Verhältnis zum Boden wie 1 : 500 000. Bei einem Gamma-Stäubemittel ist die Verteilung des Wirkstoffes im Verhältnis zu den Füllstoffen etwa mit 1 : 150—1 : 200 gegeben, so daß die Wirkstoffkonzentration bei der Bodenbehandlung nur ca. $^1/_{3000}$ des Stäubemittels erreicht. Bei Kontaktwirkung allein kann ein Präparat in derart geringer Dosierung keinerlei befriedigende Wirkung erzielen. Es muß also der verdampfende Anteil in seiner insektiziden Wirkung sehr hoch sein, wie auch auf der vorjährigen Tagung des Deutschen Pflanzenschutzes in Goslar von mir berichtet wurde. Die relativ hohe Verdampfung des Gamma-Hexachlorcyclohexans erklärt die geringere Dauerwirkung auf der Oberfläche, während im Boden die Dauerwirkung bei im wesentlichen ungestörter Bodenlage über ein Jahr erhalten bleibt, wobei schwankende, geringere Temperaturen und gehemmter Gasaustausch wahrscheinlich die mit der Verdampfung und Resublimierung verbundene Randwirkung des Gamma fördern.

Diese Eigenschaften des Gamma-Hexachlorcyclohexans bestimmen seine besondere Eignung zur Bekämpfung von Bodenschädlingen und, unter

gewissen Umständen, auch entsprechender Stadien oberirdischer Schädlinge während ihrer Winterruhe im Boden. Umfangreiche Untersuchungen von Groschke, Schwerdtfeger und Wellenstein, Ruppert, Bombosch haben die Bekämpfungsmöglichkeiten des Engerlings in forstlichen Kulturen und Pflanzgärten auch methodisch klarer definieren lassen, und die Versuchsergebnisse über die gegen Engerlinge notwendigen Mengen an Gamma-Wirkstoff gaben auch hier für die Bekämpfung landwirtschaftlicher Bodenschädlinge wertvolle Unterlagen.

Die Entwicklung der Versuchsarbeiten wurde gerade im Forst durch einige unerwartete Nebenwirkungen zunächst erschwert. Technische Hexapräparate, also Wirkstoffgemische aus Isomeren und Nebenprodukten, wie sie im ersten Produktionsgang anfallen, zeigten bei höherer Dosierung Störungen des Wurzelwachstums von Forstpflanzen. Verbrennungen, erkennbar an knolligen Verdickungen der Hauptwurzeln und dem Fehlen der Faserwurzeln, bewirkten Wachstumshemmung der Pflanzen bis zu vollständigem Vertrocknen. Labor- und Freilandversuche ließen eine zunehmende Empfindlichkeit in der Reihenfolge Kiefer, Fichte, Buche, Lärche, Eiche erkennen und bewiesen, daß die Verunreinigungen des technischen Hexachlorcyclohexans — höher chlorierte Phenole und Benzole — in erster Linie, aber auch das Vorhandensein von Delta-Hexachlorcyclohexan dafür verantwortlich zu machen sind. Gamma-Hexachlorcyclohexan ist erst bei wesentlicher Überdosierung von störendem Einfluß auf das Wurzelwachstum — etwa 300fache Normaldosierung —, es scheint in geringerer Menge sogar eine gewisse Anregung auf das Wachstum auszuüben. Diese Nebenwirkung aber wie auch die Wachstumsstörungen sind noch unter verschiedenen Boden- und Witterungsverhältnissen eingehender zu überprüfen, da sich sowohl der Bodenhaushalt für die Pflanze als auch Temperatur und Feuchtigkeit bei den verschiedenen Löslichkeitsverhältnissen und Verdampfungsgeschwindigkeiten der einzelnen Rohhexaanteile verschieden auswirken. Im Interesse wirtschaftlicher Maßnahmen wäre die Verwendbarkeit der wesentlich billigeren technischen Produkte erwünscht. Sie erscheint vorläufig nicht ratsam bei der Pflanzlochbehandlung in der Zugabe von 3—5 g Streumittel direkt in den Wurzelbereich. Sie würde bei einer Flächenbehandlung mit zwar höherem Aufwand an Streumittel, aber geringerer Konzentration in der Bodenverteilung noch möglich sein und hätte den Vorteil, nicht nur Schutz zu geben — denn jede örtlich begrenzte Wirkstoffgabe kann nur in engerem Raum um die Pflanze wirken, — sondern in einer Totalvernichtung mindestens für die Generationsdauer, also vier bis fünf Jahre bei *Melolontha hippocastani,* jeden Fraß zu verhindern als eine indirekte Verlängerung der Wirkungsdauer. Eine Flächenbehandlung nur der Pflanzstreifen bleibt in diesem Sinne auch nur eine Schutzmaßnahme, da ein großer Anteil der Engerlinge in den Balken ungestörte Fraßmöglichkeiten hat. Diese Engerlinge wären nur durch Bodeninjektion mit Hexaspritzmitteln zu bekämpfen, eine sicherlich allgemein zu kostspielige Maßnahme, so daß in engerlingsgefährdeten Räumen nur Flächenbehandlung bei Vollumbruch — techn. Präparate wie Viton- und Nexit-Streumittel — oder Einzelschutz bei Pflanzlochbehandlung mit Rein-Gamma-Präparaten — Hortex, Gamma-Nexit — möglich sind. Das sind prophylaktische Maßnahmen, die eine sorgfältige und rechtzeitige Überprüfung der Anbau-

flächen voraussetzen. Sie sind in jedem Falle wirtschaftlicher als nachträgliche Maßnahmen in stehenden Kulturen.

Nachträgliche Bekämpfungsarbeiten in stehenden Kulturen sind erheblich kostspieliger, obwohl sie im Verhältnis zu den möglichen Verlusten noch tragbar sind. Die Bodeninjektion mit der Düngelauge — je nach Pflanzenalter ½—2 Liter Spritzflüssigkeit bestimmter Konzentration bei 1—2 Einstichen pro Pflanze — oder das Rillenverfahren — neben den Pflanzreihen beiderseits eine Rille mit Streumittel ausstreuen — sind vor allem von hohem Arbeitsaufwand begleitet. Hier fehlt noch ein zweckmäßiges Gerät, welches das Rillenziehen mit gleichzeitigem Einstreuen und Zuwerfen der Rillen verbindet. In Pflanzgärten ist die Flächenbehandlung auf jeden Fall ratsam. Nachträgliche Bekämpfung in Gießbehandlung ist erfolgreich, dabei zweckmäßig als Rillenverfahren mit bestimmtem Aufwand an Gießmittel durchzuführen. Als Norm mag nach übereinstimmenden Untersuchungsergebnissen in Forst- und Landwirtschaft der Aufwand von 15—20 g Gamma pro ar gegen E 1 und E 2, von 30—40 g Gamma gegen E 3 gelten. Der doppelte Aufwand gegen das letzte Engerlingsstadium — im Verpuppungsjahr — weist bereits darauf hin, daß eine Bekämpfung dieses Stadiums nur noch in speziellen Fällen erwogen werden soll, ganz abgesehen davon, daß die Fraßtätigkeit der Engerlinge vor der Verpuppung im gleichen Jahr zeitlich begrenzt ist.

Unbestritten ist die besondere Eignung des Hexachlorcyclohexans in der Engerlingsbekämpfung und damit die Lösung eines Problems gegeben, das seit Jahrzehnten den Forstmann in zahllosen Versuchen beschäftigte. Hier hat sich zunächst das Gamma-Isomere in reiner Form als besonders brauchbar erwiesen und steht damit im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Belangen, bei denen die höhere Widerstandsfähigkeit vieler Nutzpflanzen, insbesondere des Getreides, eine Bodenbehandlung mit technischen Präparaten zulassen würde. In der Oberflächenbehandlung aber benötigt die Landwirtschaft Rein-Gamma-Präparate, während im Forst ungereinigte Präparate genügen. Hier ist ihr Anwendungsbereich nicht mit dieser Ausschließlichkeit gegeben wie sie in der Bodenbehandlung erkennbar ist. Aber ihre Brauchbarkeit gegen viele Forstschädlinge steht außer Zweifel.

Die Maikäferbekämpfung durch chemische Präparate hatte früher zu große Mängel, als daß sie sich allgemein durchsetzen konnte. Heute ist die Frage der chemischen Mittel so gut wie gelöst. Hexapräparate oder DDT, Stäubemittel, Spritzmittel oder Nebelverfahren sind von den örtlichen Gegebenheiten bestimmt. *Vulgaris* oder *hippocastani*, Generationsdauer, Anflugfronten, Schwärmbeginn und -dauer, Befallstärke vor und nach dem Flug — das sind Einzelheiten neben dem rechtzeitigen Aufbau einer Organisation, die heute noch stärker zu diskutieren sind. Tatsächlich scheinen bisher die rein forstlichen Bekämpfungen der Maikäfer trotz der größeren Streuung von *M. hippocastani* erfolgreicher gewesen zu sein, als die in der Landwirtschaft durchgeführten Maßnahmen. Allerdings wirkt es sich bei *M. vulgaris* erschwerend aus, daß die Anflugräume wesentlich unübersichtlicher sind, viel leerer Raum zwischen einzelnen Anflughorsten liegen kann, so daß trotz größerer Zusammenballung der Käfer die technische Durchführung einer Bekämpfung auf große Schwierigkeiten stößt. Immer wird man in diesen Schwierigkeiten eine zuverlässige Wirkung verlangen müssen, und diese ist bei direkter Bekämpfung auf rasche Sofortwirkung, bei vor-

bereitenden Maßnahmen auf besondere Dauerwirkung eingestellt. Diese beiden Faktoren bestimmen auch die Mittel. Stäubemittel bedingen an sich in stärkerer Abhängigkeit von der Wetterlage eine hohe Sofortwirkung. In diesem Falle ist das *Hexachlorcyclohexan* geeigneter. Spritzmittel haben, wenn sie die erforderliche Haftfähigkeit und Regenbeständigkeit besitzen, den Vorteil größerer Dauerwirkung. Dafür sind offensichtlich DDT-Präparate günstiger. Zwischen beide Gruppen schieben sich nun noch die Hexa-DDT-Mischpräparate, die die Vorteile beider Wirkstoffe zu vereinigen versuchen, natürlich aber in bezug auf die Wirtschaftlichkeit in gewissen Grenzen bleiben müssen.

Nun läßt sich keinesfalls für Sofort- und Dauerwirkung der Hexa- und DDT-Präparate eine Norm aufstellen, denn einmal sind ihre Wirkungsgrade temperaturbedingt — Hexa verdampft bei niedrigen Temperaturen langsamer, also geringere Sofort-, aber höhere Dauerwirkung, während DDT bei höheren Temperaturen offenbar geringere Insektizität aufweist, wie die Versuche von Häfliger an Bienen bewiesen, — andererseits ist je nach der Form des Präparates insofern eine Verschiebung möglich, als etwa beim Gamma-Hexachlorcyclohexan je nach der Teilchengröße mehr oder weniger rasche Verdampfung erzielt wird, so daß eine Emulsion rascher als die Stäubemittel und diese schneller als eine Suspension wirken, besonders, wenn letztere durch bestimmte Zusatzstoffe eingekleidet in der freien Verdampfung gebremst wird und dafür zu einer höheren Dauerwirkung gelangt. Eine solche Wirkstoffverkapselung ist natürlich auch bei Emulsionen möglich. So zeigen die Hexaemulsionen mit Isomerengemischen höhere Dauerwirkung und sind damit z. B. in der Bekämpfung von *Hylobius abietis* brauchbar.

Eine wesentliche Steigerung der Dauerwirkung wäre sicherlich über ein ölgelöstes Präparat möglich. Die Affinität des Hexa und DDT zu Lipoiden und damit zu Fetten überhaupt ist allgemein bekannt. Aber es mehren sich die Stimmen, die vor übertriebener Dauerwirkung warnen. Sicher ist sie in Einzelfällen besonders erwünscht. Aber die Anwendung von Chemikalien mit zu hoher Wirkungsdauer ist in einer freien Biozönose infolge unkontrollierbarer Nebenwirkungen bedenklich. Da auch die Widerstandsfähigkeit vieler Schadinsekten größer ist als die ihrer Parasiten und vieler Nutzinsekten, können mit einer höheren Wirkstoffkonzentration um so unerwünschtere Situationen entstehen, wie sie etwa in der Bekämpfung der roten Spinne an Obstbäumen beobachtet wurden.

Vielleicht werden wir noch Wege finden müssen — und mit Hilfe der neuen Insektizide dürfte das leichter möglich sein —, die allzu radikale Maßnahmen ausschließen, Wege, die es bei sorgfältiger Beobachtung biologischer Zusammenhänge erlauben, mit geringstem Giftaufwand die empfindlichsten Entwicklungsstadien in örtlich und zeitlich engerem Raum zu treffen. Diese Tendenz ist bereits in gewissem Umfange erkennbar — Engerlingsbekämpfung, Stockbegiftung gegen Borkenkäfer und Rüsselkäferlarven, Bodenbegiftung (Hexa) gegen Blattwespenlarven (mdl. Mitt. von Prof. Schedl), Spritzgürtel (DDT) gegen Kiefernspinner (Gäbler) —, sie wird mit fortschreitender Verbesserung unserer Geräte und Verfahren eine wesentliche Unterstützung gewinnen. Dann muß es möglich sein, gerade in der forstlichen Großraumbekämpfung einen Maximalaufwand an lang-

wirkenden Giften gegen die widerstandsfähigen, älteren Raupenstadien verschiedener Forstschädlinge zu vermeiden.

In diesem Zusammenhang erscheint ein Hinweis auf die Brauchbarkeit der Nebelverfahren notwendig. Ohne hier auf die einzelnen Verfahren näher einzugehen, sind deren allgemeine Vorteile gerade im Forst überzeugend genug, um sie stärker als bisher zu beachten. Gewiß ist die Abhängigkeit von Wetterlage und Thermik beim Vernebeln besonders groß und entsprechende Erfahrungen fehlen. Dazu haben die bisher z. T. erheblichen Kosten eine umfangreichere Anwendung verhindert. Bei Ausnützung geeigneter Luftströmungen hat aber ein Wirkstoff-Nebel den Vorteil, große Flächen auch bei schwierigen Geländeverhältnissen in relativ kurzer Arbeitszeit zu erfassen, übermäßig belastende Füllstoffe zu ersparen, mit geringerem Wirkstoffaufwand zu arbeiten und besonders beim Hexachlorcyclohexan unter Verwertung seiner wirkungsvollen Dampfphase zu gesteigerter Initialwirkung zu kommen. So war es mir möglich, im Sommer 1950 bei Donaueschingen einen starken Befall von *Metallites atomaria* und *M. mollis* in unzugänglichen Fichtenjungbeständen zu bekämpfen und benachbarte Kulturflächen vor drohenden Schäden zu bewahren. Das BORCHERSsche Nebelgerät ist bei zeitgemäß richtigem Einsatz mit Erfolg gegen *Ips typographus* eingesetzt worden, ZWÖLFER hat eine erfolgreiche Verneblung gegen die Nonne (Tifa-Gerät) mit besonderer Wirtschaftlichkeit durchgeführt, WELLENSTEIN den Einsatz des Chlorsulfonsäure-Gerätes erprobt. Bekämpfungsversuche mit Wirkstoffnebel gegen den Maikäfer haben bereits in den letzten beiden Jahren gute Resultate ergeben. Großflächenbehandlungen im Forst fordern dazu auf, die Nebelverfahren eingehender zu prüfen. Sie würden auch in dem nunmehr möglichen Einsatz von Flugzeugen durchführbar sein. Dann können die Nebelgeräte als leicht bewegliche und weniger Ballast führende Instrumente der forstlichen Großbekämpfung den in solchen Situationen immer noch deutlichen Schwierigkeiten wesentlich abhelfen. Es dürfte ohne Zweifel damit die chemische Bekämpfung zu einer eleganten und vielleicht abschließenden Lösung gekommen sein, wenn mit 1 kg Wirkstoff und weniger 1 Hektar Waldfläche erfolgreich bekämpft und in einer Stunde 10—12 ha vernebelt werden, Zahlen, die zunächst für die billigeren, ungereinigten Hexapräparate gelten, von den Rein-Gamma-Präparaten aber noch wesentlich übertroffen werden können.

Ebenso sind mit der Verbesserung der Geräte noch erhebliche Fortschritte möglich, die sich bei den Spritzgeräten bereits anbahnen, für die Motorverstäuber aber noch größere Anstregungen erfordern. Der Verbrauch von 60—80 kg/ha Stäubemittel liegt zu hoch, er müßte auf 20—30 kg/ha zu senken sein. Solche Geräte würden wirtschaftlicher arbeiten, da die chemische Industrie entsprechende Präparate mit höherem Wirkstoffgehalt liefern könnte, die relativ preisgünstiger liegen. Hier ist offensichtlich die Geräte-Industrie der Entwicklung neuer Insektizide nicht so gefolgt, wie es die Steigerung der Wirkungsintensität unserer neuen Insektizide ermöglichte. Je feiner und lockerer die Verteilung des Stäubemittels möglich wird, um so wirksamer wird seine Oberfläche und verstärkt die Sofortwirkung des Hexachlorcyclohexans. Es ist durchaus falsch, zu erwarten, daß ein in Stäubemittel gewälzter Käfer (Muster Streichholzschachtel) rascher abgetötet wird. Eher tritt noch eine Wirkungsverzögerung dadurch ein, daß

ein dicker Stäubebelag die Verdampfungsgeschwindigkeit hemmt und damit die Wirkung verlangsamt. In diesem Zusammenhang erscheint ein Hinweis auf die Beurteilung der insektiziden Wirkung von Hexachlorcyclohexan notwendig. Es ist bisher viel zu wenig beachtet worden, daß die Kontaktinsektizide in gewisser Abhängigkeit von der Temperatur stehen. Das gilt für Verdampfungsgifte besonders, und daher sind die Wirkungsgeschwindigkeiten je nach Wetterlage durchaus wechselnd. Die Verdampfungsgeschwindigkeit steigt mit der Temperatur, sie ist bei niedrigen Temperaturen relativ gering. Dazu treten die bei kühlem Wetter im allgemeinen herabgesetzten physiologischen Funktionen der Insekten, so daß eine Atemgiftwirkung um so stärker verzögert werden kann. Das bedeutet an sich keinen Wirkungsverlust, weil damit eine entsprechende Wirkungsverlängerung ebenso zum Erfolg führt. Aber die Beurteilung der Bekämpfungserfolge wird wesentlich schwieriger, und die diesjährigen Maikäferbekämpfungen haben, vor allem infolge besonders kalter Nächte, zum Teil scheinbare Mißerfolge gezeigt, weil die sonst gewohnte Reaktion statt nach etwa einer Stunde erst nach 10—12 Stunden eintrat — bei Abendbekämpfung —, auch tagsüber durch schlechtes Wetter beeinflußt sich verzögerte, und die Erfolgskontrolle endlich durch Neuanflug wieder gestört wurde. Das hat mitunter dazu verleitet, Nachbehandlungen vorzunehmen, die nun natürlich in der Doppelwirkung wesentlich erfolgreicher erschienen, so daß die erste Bekämpfung schlecht, die zweite aber gut beurteilt wurde. Ich habe feststellen müssen, daß nach einer Abendverneblung an zwei folgenden Tagen bei niedrigen Temperaturen und vereinzelten Regenfällen keinerlei Einwirkung des Hexa auf Maikäfer kenntlich war, während am dritten resp. vierten Tag nach der Verneblung die Käfer bei Sonne krank von den Bäumen fielen. Im allgemeinen sind auch die Nachwirkungen des Hexachlorcyclohexans größer als man bisher annahm, wenn man die gewohnte Wirkungsgeschwindigkeit zugrunde legte. Solche Nachwirkungen sind natürlich nur dann verwertbar, wenn eine Bekämpfung rechtzeitig einsetzt, weil eine längere Einwirkungszeit Voraussetzung ist. Ganz ähnlich müssen wir die Bekämpfung der Bodenschädlinge infolge der außerordentlich geringen Dosierung des Wirkstoffes sehen, wo auch die Reaktion auf die Insektenlarven erst nach Wochen umfassend genug sein kann.

Sicherlich dürfen wir annehmen, daß das Hexachlorcyclohexan in seinen verschiedenen Anwendungsformen einen ihm besonders eigenen Anwendungsbereich ausfüllt und weiter behaupten kann, zumal es eine zweckentfremdende Einwirkung außerhalb der erwünschten Ziele infolge kürzerer Aktivität verringert und infolge höherer Resorbierbarkeit bei Mensch und Tier vermeidet.

Schrifttum

Escherich, K., Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge. Flugschr. d. Dt. Ges. f. angew. Entom., 12, 1929.

— — Der Sieg der Kontaktgifte in der Forstschädlingsbekämpfung. Forstl. Wochenschrift Silva 10, 1936.

Groschke, F., Zum gegenwärtigen Stand der Engerlingsbekämpfung mit Hexapräparaten und deren Anwendungsmöglichkeit in der forstlichen Praxis. Anz. f. Schädlingskunde, 7, 1950.

— — Weitere Beobachtungen und Gedanken zur Verwendung von chemischen Mitteln bei der Engerlingsbekämpfung in forstlichen Pflanzgärten und Kulturen. ibid., 4, 1951.

GÜNTHART, E., Die Bekämpfung der Engerlinge mit Hexachlorcyclohexan-Präparaten. Mitt. d. Schweiz. Entom. Ges. XX, 1947.
HÄFLIGER, Einfluß der Temperatur auf die Giftwirkung des DDT., Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 3/4, 1949.
HEIDENREICH, E., Biologische Untersuchungen zur Wirkungsweise des Hexachlorcyclohexan. Mitt. a. d. Biol. Zentralanst. f. Land- und Forstw. Berlin-Dahlem, 70, 1951.
ITZEROTT, H., Die Wirkungsweise von Aktiv-Gesarol. Anz. f. Schädlingskde., 4, 1951.
SCHWERDTFEGER, F., Untersuchungen über die Wirkung von Hexamitteln bei der Engerlingsbekämpfung im Forstschutz. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 718, 1950.
— — Weitere Untersuchungen zur Engerlingsbekämpfung mit Hexamitteln. Mitt. a. d. Biol. Zentralanst. f. Land- u. Forstw., Berlin-Dahlem, 70/1951.
— — Engerlingsbekämpfung im Kamp mit Hexamitteln. Merkblatt des Forstpath. Inst. d. Niedersächs. Forstl. Versuchsanstalt, Sieber, Nr. 2, 1951.
— — Bekämpfung des großen braunen Rüsselkäfers *(Hylobius abietis)* ibid., Nr. 1, 1951.
THIELMANN, K., Zur Methode und Technik der modernen forstlichen Groß-Schädlingsbekämpfung. Allgem. Forstzeitschr. 24/25, 1950.
— — Giftnebel zur Schädlingsbekämpfung. Holz-Zentralblatt 109, 1950.
— — Nonnenbekämpfung 1950 im Forstamt Weiden (Opf.). Allgem. Forstzeitschr. 5, 1951.
WELLENSTEIN, G., Tannentrieblaus und Douglasienwoll-Laus. Holz-Zentralblatt, 32, 1951.
WELLENSTEIN, RUPPERT, BOMBOSCH, Erfolgreiche Großbekämpfung des Engerlings. Holz-Zentralblatt, 80, 1949.

Zur Kenntnis neuer Insekticide auf Grundlage organischer Phosphorverbindungen

Von

GERHARD SCHRADER, W.-Elberfeld

Während noch vor 10 Jahren wichtige Schädlingsbekämpfungsmittel, wie z. B. Nikotin, Rotenon, Pyrethrin usw. durch mühsame Extraktionen der betreffenden Pflanzen gewonnen werden mußten, nimmt in der letzten Zeit die Zahl der synthetischen Pflanzenschutzmittel von Tag zu Tag zu. Die auf dem Markt befindlichen kontaktinsekticiden Mittel lassen sich in 3 große Gruppen einteilen:

1. Präparate der DDT-Klasse (Abkömmlinge des Dichlor-diphenyl-trichlormethans[1]).
2. Präparate der Hexachlor-cyclohexan-Klasse [„Gammexan"][2]).
3. Präparate aus dem Gebiete organischer Phosphorverbindungen[3]).

Die unter 1 und 2 gekennzeichneten Stoffklassen sind bereits zu einem gewissen Abschluß gelangt. Dagegen befindet sich das Gebiet der 3. Klasse — die organischen Phosphorverbindungen — noch in einer stetigen Entwicklung. Der Zweck der vorliegenden Arbeit soll es sein, einen Überblick über das sich schnell entfaltende Gebiet der neuen phosphorhaltigen Kontaktinsekticide zu geben.

[1]) P. LÄUGER, H. MARTIN, P. MÜLLER, Helv. Chim. Acta *28*, 892—928 (1944); Schweiz.-Patent Nr. 226 180; D. R. P. Nr. 741 661; USA.-Patent Nr. 2 329 074.

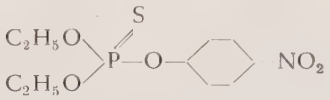
[2]) 1941 beobachtete DUPIRE die Wirkung von Benzolhexachlorid gegen Kleiderläuse (R. RIEMENSCHNEIDER: Zur Kenntnis der Kontakt-Insekticide, Die Pharmazie, 2. Beiheft / 1. Ergänzungsband, S. 91 (1947). THOMAS entdeckte 1942 die insekticiden Eigenschaften der Benzolhexachloride. (R. E. SLADE, Chem. and Ind. *40*, 314—318 (1945).

[3]) Vgl. G. SCHRADER: Die Entwicklung neuer Insekticide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen. Beiheft Nr. 62 zur Zeitschr. f. Angew. Chem. (1951).

Die chemischen Grundsubstanzen der DDT- und Hexa-Mittel sind schon lange bekannt[4]). Neu ist die etwa erst vor einem Jahrzehnt gewonnene Erkenntnis, daß es sich bei den genannten Stoffen um stark wirksame Kontaktinsekticide handelt.

Im Gegensatz zu dieser Entwicklung der DDT- und Hexa-Präparate steht das Auffinden der insekticiden Wirkung bestimmter organischer Phosphorverbindungen.

Wie der Verfasser in seiner Monographie[5]): „Die Entwicklung neuer Insekticide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen" ausgeführt hat, wurde bei den Farbenfabriken Bayer in Elberfeld und Leverkusen in vorbildlicher Zusammenarbeit zwischen Chemikern, Medizinern und Biologen in den Jahren 1934 bis 1945 das bisher wenig beachtete Gebiet der organischen Phosphorverbindungen systematisch erschlossen und ausgewertet. Aus den mehr als 2000 Stoffen dieser Reihe, die der Verfasser zusammen mit seinen Mitarbeitern herstellte, schälte sich schließlich eine Substanz von besonderer Bedeutung heraus, die heute in der Reihe der phosphorhaltigen organischen Insekticide eine dominierende Stellung einnimmt. Es ist der unter dem Namen „E 605"[6]), „Parathion"[7]), Thiophos 3422", bekanntgewordene Diäthyl-p-nitrophenyl-Ester der Thiophosphorsäure:



Der Wirkstoff „E 605" hat trotz seines relativ kurzen Bestehens eine bewegte Geschichte hinter sich. Kurz nach seiner Synthese[8]) und seinem Erkennen als Insekticid von überragender, schneller Wirkung kam in Deutschland der folgenschwere Zusammenbruch 1945. Im Verlauf der Wirren der Umbruchszeit waren die Farbenfabriken Bayer gezwungen, alle ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse — auch auf dem neuen insekticiden Sektor — international zur Verfügung zu stellen. So kam es, daß diese bedeutende Erfindung in Deutschland zunächst überhaupt nicht ausgewertet werden konnte, während die einsatzbereite, wendige amerikanische Industrie sich sofort auf die neue Stoffklasse stürzte. Da in den Wechselfällen vor und nach dem Umbruch die Farbenfabriken Bayer auch die gesamten bisher eingereichten Patentunterlagen in Gestalt von ca. 80 zum Teil erteilten, zum Teil noch schwebenden Anmeldungen verloren, stand das Werk, das die Mühen und Kosten einer großangelegten Forschung über ein Jahrzehnt getragen hatte, zunächst ohne Schutzrechte da. Erst vom 1. Oktober 1948 ab konnten die nunmehr schon teilweise veralteten Verfahren zur Her-

[4]) DDT wurde erstmalig von A. Bayer und O. Zeidler in den Jahren 1872—1874 hergestellt (Ber. dtsch. chem. Ges. 5, 1094 (1872); Ber. dtsch. chem. Ges. 7, 1180—1181 (1874). Hexachlorcyclohexan wurde bereits 1824 von Faraday hergestellt.

[5]) Beiheft 62 zur Zeitschr. f. „Angewandte Chemie" (1951).

[6]) Zeitschr. f. „Angew. Chem." 62, 471 (1950). Angemeldetes Warenzeichen der Farbenfabriken Bayer.

[7]) Chem. Engng. News 26, 118 (1948).

[8]) Erstmalig hergestellt wurde „E 605" von G. Schrader. In Zusammenarbeit mit H. Kükenthal wurde im Herbst 1944 die insekticide Wirkung des Präparates erkannt. Große Verdienste erwarb sich in den Jahren 1946—1947 G. Unterstenhöfer bei der anwendungstechnischen Erprobung der neuen Präparate im Freiland.

stellung von „E 605“ zusammen mit der Verwendung der neuen Stoffe in Deutschland und im Auslande patentiert werden. Später gelangten dann die Farbenfabriken BAYER wieder in den Besitz der Unterlagen ihres ehemaligen Geheimpatentes Nr. 645/39 (angemeldet 1938) und damit in Deutschland in den Besitz eines vollen Schutzes für ihre „E 605“-Produkte und ähnliche Verbindungen.

Der „E 605“-Wirkstoff ist im reinsten Zustande ein schwachgelbes, wenig riechendes Öl, das bei + 6° fest wird. Die technischen Produkte sind braungelbe bis braune Öle von charakteristischem, in feiner Verteilung an Knoblauch erinnerndem Geruch. Der neue Wirkstoff ist in vielen organischen Lösemitteln löslich. Schwer löst er sich in Petroläther und in Mineralöl. Dagegen nehmen fette Öle mit Leichtigkeit große Mengen des Stoffes auf. Die Löslichkeit in Wasser ist äußerst gering. Um den Wirkstoff in Wasser zu verteilen, ist daher die Gegenwart eines guten Emulgators unerläßlich. Wässrige Verteilungen des Wirkstoffes „E 605“ sind lange Zeit unverändert haltbar[9]), wenn darauf geachtet wird, daß der pH-Wert von 8 nicht überschritten wird.

Die physikalischen Daten des „E 605“-Wirkstoffes sind folgende:

Dichte: $d\frac{25}{4} = 1{,}2665$

Brechungsexponent: $n\frac{25}{D} = 1{,}5370$

„E 605“ hat einen hohen Siedepunkt und dementsprechend bei Zimmertemperatur nur einen sehr geringen Dampfdruck. Die Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über die Siedepunkte und die dazugehörigen Dampfdrucke bei verschiedenen Temperaturen.

Tabelle 1

Dampfdruck von „E 605“

Druck in mm Hg	Kochpunkt
0,05	113°
0,1	122°
0,6	150°
1,5	168°

Werden die Werte der Tabelle 1 im logarithmischen Maßstabe in ein Koordinatensystem eingetragen, dann liegen alle vier Meßpunkte auf einer Geraden, ein Zeichen dafür, daß die Werte untereinander stimmen. Die Tabelle 2 zeigt den Verlauf der Dampfdruckkurve.

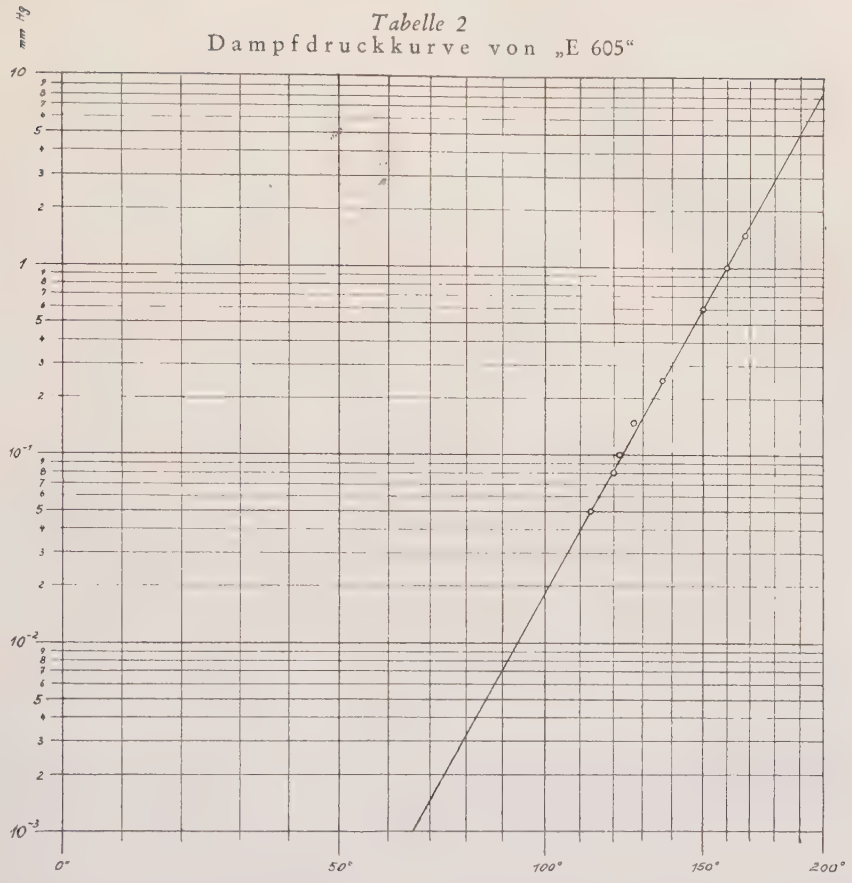
Aus dem Molekulargewicht und dem Dampfdruck läßt sich nach folgender Gleichung die Flüchtigkeit von „E 605“ berechnen:

$$V_t = \frac{M \cdot 273 \cdot p \cdot 10^6}{22{,}4 \cdot (273 + t)\, 760}$$

Für eine Temperatur von 20° (Zimmertemperatur) berechnet sich die Flüchtigkeit von „E 605“ zu 0,09 mg/m³. Dieser Wert liegt sehr günstig,

[9]) Über die Hydrolyse von „E 605“ und verwandter Stoffe berichtet J. A. A. KETELAAR, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas. 69, 649—658 (1950).

Tabelle 2
Dampfdruckkurve von „E 605"



da nach den Untersuchungen von G. Hecht und W. Wirth[10]) ernste Schädigungen bei Warmblütern erst bei einer Konzentration von 100 mg/m³ aufzutreten pflegen.

Der Wirkstoff „E 605" ist thermisch nur etwa bis zu Temperaturen von 150° beständig. Bei höheren Temperaturen treten Umlagerungen dadurch ein, daß der am Phosphor doppelt gebundene Schwefel in die Seitenkette wandert und durch doppelt gebundenen Sauerstoff ersetzt wird:

Die durch thermische Umwandlungen am „E 605" entstandenen neuen Verbindungen haben als Insekticide nur eine geringe Bedeutung. Die Kenntnis dieser Vorgänge ist aber wichtig, da neuerdings viele Insekticide im „Räucherverfahren" angewandt werden. „E 605" läßt sich nur dann im Räucherverfahren mit Erfolg verwenden, wenn dafür gesorgt wird, daß der zur Anwendung gelangende Brandsatz bei möglichst tiefer Temperatur abbrennt.

[10]) G. Hecht und W. Wirth, Naunyn-Schmiedebergs Arch. exp. Patholog. und Pharmakol. 211, Seite 264—277 (1950).

Der Wirkungsmechanismus des „E 605" und verwandter Stoffe ist trotz unzähliger Arbeiten des In- und Auslandes noch nicht völlig geklärt. Erfahrungsgemäß steht fest, daß „E 605" praktisch gegen alle saugenden und fressenden Insekten und gegen verschiedene Spinnmilben[11]) wirkt. Nicht zu bekämpfen mit „E 605" sind Schnecken. Vermöge ihrer ausgezeichneten Lipoidlöslichkeit haben die „E 605"-Wirkstoffe die Möglichkeit, den Chitinpanzer von Insekten zu durchdringen und somit die Vergiftung einzuleiten. Wieweit im einzelnen die Kontaktwirkung von der gleichzeitig vorhandenen Gas- und Fraßwirkung getrennt werden kann, bedarf ebenfalls noch eingehender, schwieriger experimenteller Untersuchungen.

Ob die Hemmung der Cholinesterase[12]) durch den „E 605"-Wirkstoff der Grund für die rasch eintretende Vergiftung ist, oder ob daneben noch unbekannte Faktoren eine wichtige Rolle spielen, kann zur Zeit mit Sicherheit nicht entschieden werden.

Fest steht, daß die wirksamen Verbindungen der Phosphorreihe in dem lebenden tierischen Organismus das in jeder Zelle vorhandene Cholin-Esterase-Ferment blockieren. Das bei den Lebensvorgängen sich dauernd in den Zellen bildende, sehr giftige Acetylcholin kann dann durch die Blockierung der Cholinesterase nicht mehr in Essigsäure und Cholin gespalten werden. So kommt es zu einer Vergiftung durch Acetylcholin, die sich als Störung des parasympathischen Nervensystems folgendermaßen äußert:

1. Am Auge : Es können mehr oder weniger starke Pupillen-Verengerungen auftreten.
2. An den Drüsen : Vermehrte Schweiß- und Speichelabsonderungen.
3. Bronchien : Verengung der Bronchien.
4. Magen und Darm : Die Peristaltik und die Sekretion wird gefördert.

Da die durch Phosphorsäureverbindungen unwirksam gewordene Cholinesterase sich schnell wieder nachbildet, klingen die Vergiftungssymptome durch Phosphorsäurepräparate rasch ab, vorausgesetzt, daß nicht eine tödliche Konzentration im Organismus erreicht wurde. Die geschilderten Vergiftungssymptome können durch sofortige Gaben von Atropin völlig aufgehoben werden.[13])

Die mit großer Sorgfalt im In- und Ausland durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, daß geringe Änderungen im Molekül des „E 605" den insekticiden Charakter weitgehend beeinflussen. So geben z. B. R. L. METCALF und R. B. MARCH in einer ausgezeichneten Arbeit[14]) an, daß der Ersatz der Äthoxyl-Gruppen im „E 605" durch Propoxy-Gruppen die Hemmung der Cholinesterase von Bienen um eine Zehner-Potenz herabsetzt. Gleichzeitig wird die tödliche Dosis des Präparates für die Arbeitsbienen auf $^1/_{10}$ der Dosis für „E 605" herabgedrückt. Die Tabelle 3 gibt eine Übersicht über dieses interessante und aufschlußreiche Verhalten:

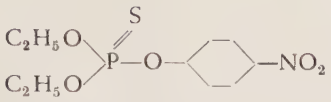
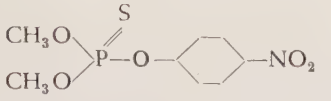
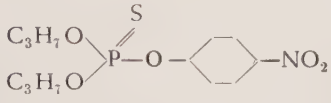
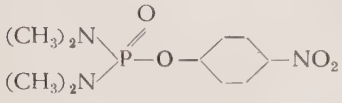
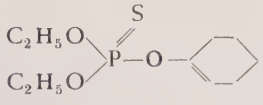
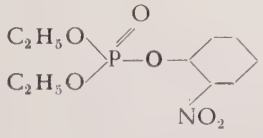
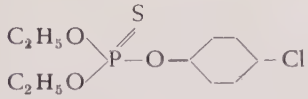
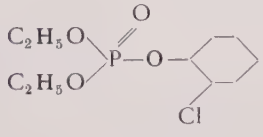
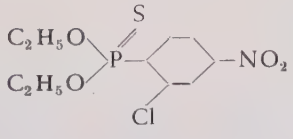
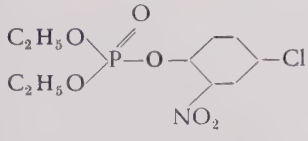
[11]) K. ENIGH, Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 1948, Nr. 718, Seite 51.

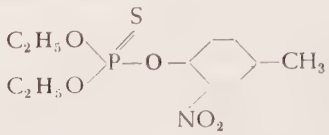
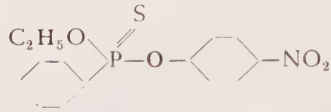
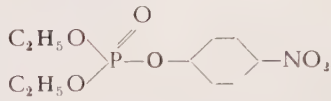
[12]) H. V. BROWN und A. F. BUSH, Arch. ind. Hygiene, Seite 633—636, (1950). G. HECHT und W. WIRTH: Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester; Derivate der Thiophosphorsäure. Arch. exper. Path. u. Pharmakol., 211, Seite 264—277 (1950).

[13]) D. GROB, W. L. GARLICK, A. HARVEY u. MCGEHEE: Die toxischen Wirkungen des Anticholinesterase-Insekticids Parathion beim Menschen. (Bull. Hopkins Hosp. Baltim 87, 2, 106 (1950)).

[14]) J. Econ. Ent. 42, 721, (1949).

Tabelle 3
Hemmung der Cholinesterase durch „E 605"-Wirkstoffe

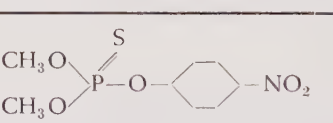
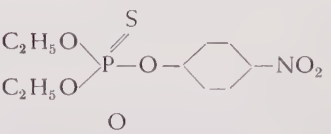
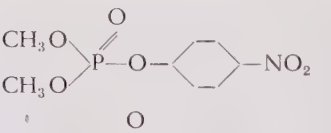
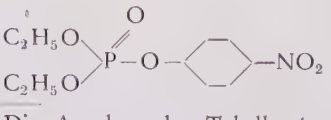
Nr.	Zusammensetzung	Hemmung der Cholinesterase von Bienen Konz.	Tödliche Dosis bei der Arbeitsbiene in mg/kg	Tödliche Dosis bei der Hausfliege in mg/kg
1		1.10^{-6}	3,0	0,9
2		$1{,}3.10^{-5}$	1,7	1
3		$1{,}6.10^{-5}$	30	4
4		3.10^{-2}	1000	500
5		3.10^{-3}	1000	500
6		$3{,}3.10^{-7}$	1	7
7		$3{,}8.10^{-4}$	1000	250
8		$5{,}7.10^{-5}$	100	250
9		3.10^{-5}	20	0,8
10		3.10^{-7}	10	23

Nr.	Zusammensetzung	Hemmung der Cholinesterase von Bienen Konz.	Tödliche Dosis bei der Arbeitsbiene in mg/kg	Tödliche Dosis bei der Hausfliege in mg/kg
11		$1{,}1.10^{-4}$	1000	450
12		$8{,}2.10^{-7}$	3	1,9
13		$1{,}9.10^{-8}$	0,6	0,5

Toxische Eigenschaften von „E 605"

Die Tabelle 4 vermittelt einen Überblick über die toxischen Werte und die Cholinesterasehemmung einiger wichtiger Phosphorsäureverbindungen. Entsprechend ihrer äußerst schnell einsetzenden Wirkung und ihrer großen Indikationsbreite sind die Phosphorsäureesterpräparate gegen Warmblüter toxischer als DDT- und Hexa-Präparate.

Tabelle 4[15])

Nr.	Zusammensetzung	Ratte per os mg/kg (in H_2O + Netzmittel) Dos. tol.	m. Dos. let.	50%ige Hemmung d. Pferdeserum-Cholinesterase Molare Konz.	γ/ccm
1		5	15—20	$0{,}66.10^{-4}$	17
2		1,9	6,4	$2{,}5.10^{-6}$	0,73
3		1,4	3,4—6,8	$1{,}35.10^{-7}$	0,033
4		0,8	3	$1{,}3.10^{-8}$	0,0036

[15]) Die Angaben der Tabelle 4 sind den umfangreichen Untersuchungen von G. HECHT und W. WIRTH entnommen: Zur Pharmakologie der Phosphorsäureester; Derivate der Thiophosphorsäure. Arch. exper. Path. u. Pharmakol., 211, Seite 215 (1950).

Während der Stoff 2 („E 605") an der Ratte per os mit 6,4 mg/kg tödlich wirkt, kann die tödliche Wirkung an der Ratte mit dem Stoff 1 — dem entsprechenden Dimethylester — erst mit 15—20 mg/kg erreicht werden.

Wird der Schwefel im „E 605" durch Sauerstoff ersetzt (Stoff 4), dann wird ein Phosphorsäureester mit erheblich gesteigerter Giftwirkung erhalten. Ganz besonders drückt sich diese Steigerung der Giftwirkung in der Hemmung der Cholinesterase aus:

(2) „E 605" 0,73 γ/ccm
(4) „E 605" — entsprechende Sauerstoffverbindung — 0,0036 γ/ccm

Während ein Unterschied von ca. zwei Zehner-Potenzen hinsichtlich der Cholinesterasehemmung beim „E 605" und dem Sauerstoffhomologen besteht, zeigt die insekticide Prüfung der so stark differierenden Stoffe praktisch keinen Unterschied. Diese Tatsache beweist, daß die Cholinesterase-Hemmung wohl ein gewisser Maßstab der toxischen Wirkung einer Substanz sein kann, dagegen kein Hinweis für die Eignung als insekticides Mittel ist.

Ein kurzer Überblick über die mögliche Gefährdung von Menschen bei der Fabrikation und Anwendung der „E 605"-Präparate möge diese Betrachtung beschließen. Übertragen wir die bei der Ratte gefundenen Giftwerte auf den Menschen mit einem durchschnittlichen Gewicht von 70 kg, so kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Der in der Praxis angewendete 2%ige „E 605"-Staub enthält als Wirkstoff das in der Tabelle 4 mit 1 bezeichnete Präparat. Dieser Stoff zeigt an der Ratte eine mittlere letale Dosis von 15—20 mg/kg. Ein Mensch muß also von diesem 2%igen Staub 52—70 g aufnehmen, wenn es zu einer tödlichen Vergiftung kommen soll. Das sind Mengen, die bei der primitivsten Beachtung der Vorsichtsmaßregeln hinsichtlich der Anwendung niemals in den Organismus gelangen können.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem in der Praxis als Spritzmittel verwendeten „E 605"-forte. Dieses Präparat[16]) enthält als Wirksubstanz den in der Tabelle 4 mit 2 bezeichneten Stoff. Um den Stoff 2 in Wasser löslich zu machen und gleichzeitig das Durchdringen des konzentrierten Präparates durch die menschliche Haut auf ein Minimum herabzusetzen, enthält das Präparat „E 605"-forte 50% eines äußerst wirksamen, dabei aber ungiftigen Emulgators. „E 605"-forte wird in einer Gebrauchskonzentration von 0,015—0,035 % empfohlen. Bei der in der Tabelle 4 genannten Zahl von 6,4 mg/kg Ratte als tödliche Dosis kommen wir — wieder unter Zugrundelegung eines Durchschnittsgewichtes von 70 kg — zu folgenden interessanten Werten: Ein Liter Spritzlösung enthält bei einer Konzentration von 0,015% 75 mg Wirkstoff und bei einer 0,035%igen Konzentration 175 mg Wirkstoff. Um die tödliche Dosis für einen Menschen zu erreichen, werden $6{,}4 \cdot 70 = 448$ mg Wirkstoff benötigt. Diese Mengen befinden sich bei 0,015%iger Anwendung in 6 Ltr. Spritzflüssigkeit und bei 0,035%iger Anwendung in 2,5 Ltr. Flüssigkeit. Auch bei der gröbsten Vernachlässigung aller Vorsichtsmaßregeln ist es unmög-

[16]) In einigen Ländern wird unter der Bezeichnung „E 605 f 3" ein Präparat in den Handel gebracht, das sich aus 80% Dimethylester und 20% Diäthylester zusammensetzt. Das Präparat enthält 35% dieses Wirkstoffes und 75% eines speziellen Emulgators.

lich, daß ein Mensch 2,5—6 Ltr. „E 605"-forte- Spritzlösung aufnehmen kann!

Mit diesen Überlegungen dürften die vielfach überbewerteten und einseitig in den Vordergrund gestellten toxischen Eigenschaften der „E 605"-Präparate auf ein vernünftiges Maß zurückgeführt sein.

Wirtschaftliche Bedeutung von „E 605"

„E 605" ist in Europa das Mittel, um den Obstbau wirtschaftlich zu gestalten. In der Landwirtschaft dient es zum Fernhalten der Schädlinge und zum Schutz der jungen Gemüsepflanzen, von den Anzuchtkästen an bis zur Ernte. Im Weinbau, im Hopfenbau und in der Forstwirtschaft findet das Mittel weitere Verbreitung. Zum Freihalten der Gewächshäuser von Blattläusen aller Art und von der roten Spinne ist „E 605" nicht mehr wegzudenken. Auf die hervorragenden Ergebnisse im Kampf gegen die Wanzenplage sei außerdem hingewiesen.

Die Weltproduktion von „E 605"-Präparaten liegt zur Zeit bei ca. 3000 Tonnen/Jahr (auf Wirkstoff berechnet). In Kürze dürfte aber diese Menge auf 5000 Tonnen/Jahr gesteigert werden, da der Verbrauch in den außereuropäischen Ländern dauernd zunimmt.

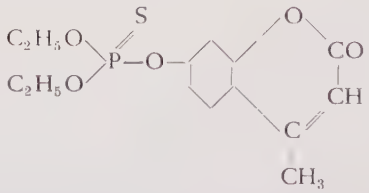
Diese kurzen Angaben mögen zeigen, daß sich die insekticid wirksamen Phosphorsäureester in erstaunlich kurzer Zeit auf dem Weltmarkt durchgesetzt haben.

Die weitere Entwicklung der Phosphorsäureester-Präparate soll nur kurz gestreift werden. Gegenüber dem DDT hat das „E 605" eine geringere Dauerwirkung. Nach unseren Versuchen ordnen wir die drei zu betrachtenden Gruppen in folgender Weise:

DDT — „E 605" — Gammexan

Die Dauerwirkung (gegen Fliegen) nimmt in der gegebenen Aufstellung ab.

Es hat daher nicht an Versuchen gefehlt, die Dauerwirkung von „E 605" zu erhöhen. Als Ergebnis dieser Bemühungen wurde das unter dem Namen „Potasan" (E 838) bekanntgewordene Kartoffelkäfer-Bekämpfungsmittel entdeckt[17]):



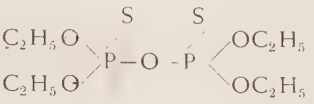
Der 4-Methyl-7-oxy-cumarinester der Diäthylthiophosphorsäure hat zwar eine gewisse, aber nicht die gewünschte Verbesserung der Dauerwirkung gebracht. Wir verfügen aber seit dem Erscheinen des „Potasan" über ein ganz spezifisches Kartoffelkäfer-Bekämpfungsmittel, das auch in USA bei der Bekämpfung des mexikanischen Bohnenkäfers hervorragend gewirkt hat.

---

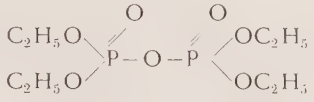
[17]) Herstellungspatent: G. SCHRADER, Anmeldung p. 14 587 IVc/12q D, vom 1. 10. 1948. F. P. 983 668; Sz. P. 266 573.

Verwendungspatent: G. SCHRADER und H. KÜKENTHAL, Anmeldung p. 14 586 IVa/45 1 D, vom 1. 10. 1948. F. P. 983 617; Sz. P. 265 124.

Sehr gute Ergebnisse gegen Spinnmilben aller Art wurden mit dem in Deutschland erstmalig im Jahre[18]) 1944 hergestellten Di-thio-phosphorsäuretetraäthylester (E 393) erzielt:

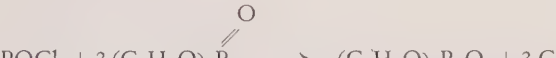


Chemisch stellt „E 393" nichts anderes dar, als die Kondensation des Vorproduktes von „E 605" mit sich selbst. Die Unklarheit der Patentlage in der Zeit des Umbruchs haben ausländische Firmen zur Einreichung eigener Patente auf diesem Gebiete veranlaßt (vergl.: z. B. H. J. Krasse [Monsanto Chemical Co.] Franz. Pat. Nr. 955 991 vom 25. 11. 47). Die entsprechenden Abkömmlinge der Phosphorsäure (Tetraäthylpyrophosphat, T. E. P. P.):



sind in Deutschland wegen ihrer hohen Giftigkeit gegen Warmblüter und wegen ihrer schnellen Hydrolyse in wässriger Lösung nicht eingeführt. In USA dagegen werden Stoffe dieser Art wegen ihrer äußerst schnellen Wirkung und wegen ihrer schnellen Entgiftung in wässriger Lösung in den Handel gebracht[19]). Zur Haltbarmachung wird den Pyrophosphorsäureestern eine kleine Menge eines wasserlöslichen Alkalifluorids zugemischt. (A. Bell, Eastman Codac Co. AP. 2 514 621 v. 6. 12. 1946).

Abkömmlinge derartiger Verbindungen wurden in Deutschland bereits 1938 synthetisiert[20]). Aus Phosphoroxychlorid und Triäthylphosphat ist mit einfachen Methoden der Hexa-äthylester[21]) der Tetraphosphorsäure (H. E. T. P.) zugänglich:



Der Hexaäthylester der Tetraphosphorsäure wurde 1943/44 in Deutschland als vollwertiger Ersatz für das in der damaligen Kriegszeit sehr knappe Nicotin unter dem Namen „Bladan" in den Handel gebracht. Der Wirkstoff „Bladan" ist eine gelbbraune, angenehm riechende Flüssigkeit, die sich in jedem Verhältnis in Wasser löst. Außer in Wasser löst sich der Wirkstoff „Bladan" auch in vielen organischen Lösungsmitteln. „Bladan" wirkt gegen eine große Anzahl saugender Schädlinge, vor allem gegen die verschiedensten Arten der Blattläuse bei Anwendungskonzentrationen von 0,05 bis 0,1% schnell und sicher. In dieser Hinsicht kann „Bladan" völlig mit dem vom Ausland eingeführten Nicotin konkurrieren. Auch die

[18]) Vergl.: G. Schrader: Entwicklung neuer Insekticide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen, Seite 43.

[19]) Vergl.: A. Bell, Eastman Kodac Co. AP. 2 495 220 vom 24. 1. 1950. L. L. Harris, G. R. Sanders, J. W. Hansen, California Spray Chemical Corp. AP. 2 502 400 v. 14. 6. 1947; AP. 2 502 400 v. 18. 6. 1947.

[20]) Vergl.: D. R. P. 720 577; USA-Patent 2 336 230.

[21]) G. Schrader, Ztschr. f. angewandte Chemie 62, 472 (1950): Die insekticiden Eigenschaften des Hexaäthyltetraphosphates stellte H. Kükenthal fest.

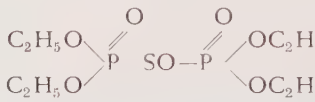
schnelle Zersetzbarkeit der wässrigen „Bladan"-Lösungen braucht nicht unbedingt ein Nachteil zu sein. Gerade weil wässrige Lösungen des „Bladan" sich so schnell zersetzen, daß etwa in 3 Stunden nur noch die Hälfte der Anfangskonzentration vorhanden ist, tritt eine weitgehende Entgiftung des in Wasser gelösten Wirkstoffes ein. Die rasche Entgiftung ist wünschenswert, wenn z. B. Gemüse mit „Bladan" gespritzt wird und die Absicht besteht, die gespritzten Pflanzen der menschlichen Nahrung zuzuführen.

Der Grund, warum „Bladan" in Deutschland nicht im Handel ist, basiert auf einer rein wirtschaftlichen Überlegung. Mit der für „Bladan" notwendigen Phosphormenge kann ein Vielfaches von „E 605" hergestellt werden! Von „E 605" aber wird wiederum nur eine Anwendungskonzentration von 0,01 % (berechnet auf den Wirkstoff) benötigt, während „Bladan" bei 0,1%iger Anwendung die 10fach höhere Konzentration hat.

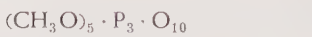
Eine Reihe „Bladan"-ähnlicher Körper, die in der letzten Zeit im Auslande bekannt wurden, aber kaum praktische Bedeutung gewonnen haben, sind in der Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5

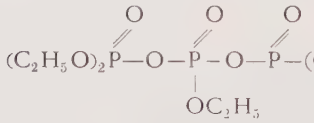
„Bladan"-ähnliche Präparate



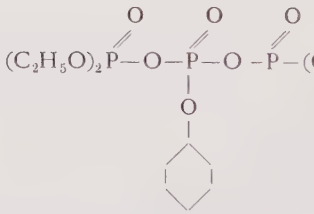
[22])



[23])

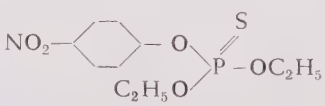


[24])

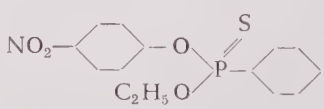


[25])

Eine praktische Bedeutung hat dagegen der in USA von DUPONT entwickelte E. P. N.[26])-Stoff. E. P. N. lehnt sich in seiner Konstitution eng an „E 605' an. Es ist lediglich eine Äthoxyl-Gruppe durch den Phenylrest ersetzt:



„E 605"

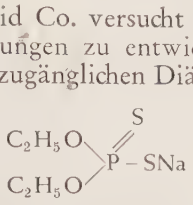


E. P. N.

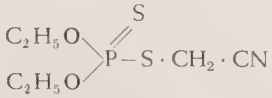
[22]) Eastman Kodac Co., AP. 2 514 621, vom 26. 12. 1946.
[23]) Monsanto Chemical Co., AP. 2 523 256 vom 8. 1. 1947.
[24]) Monsanto Chemical Co., AP. 2 503 204 vom 14. 11. 1947.
[25]) Monsanto Chemical Co., AP. 2 479 938 vom 6. 12. 1946.
[26]) Agric. Chemicals 5, Nr. 9, Seite 51—94 (1950).

E. P. N. ist weniger giftig als „E 605", hat dadurch aber auch die Breitenwirkung des „E 605" verloren. Praktisch wird E. P. N. nur zur Bekämpfung der roten Spinne benutzt.

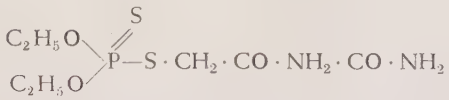
Die American Cyanamid Co. versucht das Problem, weniger giftige insekticide Phosphorverbindungen zu entwickeln, auf folgende Weise zu lösen: Sie geht von der leicht zugänglichen Diäthyl-dithiophosphorsäure aus:



und setzt diese entweder mit Chloracetonitril[27]) oder mit Chloracetylharnstoff[28]) um. Im ersteren Falle werden Verbindungen folgender Stoffklassen erhalten:

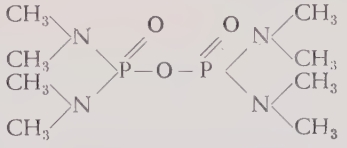


Im zweiten Falle wird ein über Schwefel mit dem Phosphor verknüpfter Harnstoff gewonnen:



Praktisch haben diese neuen Insekticide, die eine relativ geringe Wirkungsbreite erkennen lassen, nur Bedeutung zur Bekämpfung der Spinnmilben.[29]).

Der begreifliche Wunsch nach einem schnellwirkenden, dabei aber in der Wirkung lange anhaltenden Insekticid aus der Phosphorreihe konnte inzwischen auch erfüllt werden. Eine derartige Substanz wurde nicht unter den Estern der Phosphorsäure, sondern unter den Amiden[30]) gefunden. Das zuerst unter der internen Bezeichnung 13/163 und später unter den Namen „O. M. P. A.", „Pestox III[31])" und „Schradan" bekanntgewordene Präparat: (Octa-methyl-pyrophosphorsäureamid) kommt dem gesteck-



ten Entwicklungsziele näher. Dieses Pyrophosphorsäureamid ist völlig wasserlöslich. Die wässrigen Lösungen sind unbegrenzt haltbar. Die Substanz löst sich aber auch in Ölen und vielen organischen Lösungsmitteln. Die charakteristische Eigenschaft der neuen Ver-

---

27) AP. 2 494 284 vom 12. 1. 1949.
28) AP. 2 494 126 vom 5. 6. 1948; AP. 2 494 283 vom 4. 2. 1948.
29) J. Econ. Ent. 43, 281—286 (1950).
30) G. Schrader, Entwicklung neuer Insekticide auf Grundlage organischer Fluor- und Phosphorverbindungen, Seite 35 (1951).
31) W. E. Ripper, R. M. Grenslade, G. S. Hartley; Bull. Ent. Res. 40, 481 (1950).

bindung ist aber die, daß sie von lebenden Pflanzen durch die Wurzeln oder durch die Blätter aufgenommen wird und in den Pflanzen mehrere Wochen (4—6 Wochen) im intakten Zustand nachgewiesen werden kann! Diese Beobachtung wurde von H. KÜKENTHAL zusammen mit dem Verfasser in den Jahren 1939—1941 gemacht[32]). In der ausländischen Literatur werden Insekticide, die lange Zeit in den „Systemen" lebender Pflanzen verweilen können, als „systemische Insekticide"[33]) bezeichnet. Dieser Ausdruck ist inzwischen in die deutsche Literatur übernommen.

Während Verbindungen des obigen Types auf einer inerten Unterlage (z. B. Glas) keine Dauerwirkung zeigen, tritt eine bis zu 6 Wochen anhaltende Dauerwirkung dann ein, wenn die Präparate entweder an die Wurzeln der Pflanzen gegossen oder als Spray auf deren Blätter gebracht werden. Derartig behandelte Pflanzen sind für einen längeren Zeitraum gegen saugende Insekten geschützt.

Damit gerät das Gebiet der organischen, phosphorhaltigen Insekticide in Bahnen, deren Bedeutung heute noch nicht übersehen werden kann. Fest steht aber schon jetzt die Tatsache, daß die neuen „systemischen Insekticide" bahnbrechend und umwälzend in der Chemie der bisherigen Kontaktinsekticide wirken werden.

Wir wissen jetzt, daß zum Aufbau „systemischer Insekticide" das Schema von „Pestox III" nicht notwendig ist. Außerdem ist die Substanz „Pestox III" nicht für alle Pflanzen verträglich und auch die Aufwendungsmenge an dem Präparat liegt teilweise noch zu hoch. Aus der großen Zahl an Stoffen, die der Verfasser zusammen mit seinen Mitarbeitern in den Jahren 1948—1950 synthetisierte, entwickelte sich — ähnlich wie bei „E 605" — ein Spitzenprodukt[34]), das unter dem Namen „Systox"[35]) zur Zeit noch auf breitester Grundlage geprüft wird. Es scheint so, daß „Systox" unter den „systemischen Insekticiden" eine ähnliche dominierende Rolle einnehmen wird, wie sie bei den kontaktinsekticiden Phosphorverbindungen dem „E 605" beschieden ist.

Zusammenfassung

1. Die drei zur Zeit bekannten Gruppen der synthetischen Kontaktinsekticide: „DDT", „Gammexan" und „E 605" werden besprochen.
2. Die Entwicklung und wirtschaftliche Bedeutung der neuen phosphorhaltigen Insekticide wird gezeigt.
3. Es wird festgestellt, daß die toxischen Wirkungen der „E 605"-Präparate bei den Gebrauchskonzentrationen so liegen, daß mit diesen Mitteln gearbeitet werden kann.
4. Es wird ein Ausblick auf die in neuester Zeit gefundenen „systemischen Insekticide" aus der Reihe organischer Phosphorverbindungen gegeben.

---

32) B. I. O. S. Final Report 1095, Seite 45.
33) H. MARTIN, Symposia Soc. exper. Biol. Nr. 3 (1949).
34) Vergl.: Dtsch. Patentanmeldung F. 1406 IVd/120 vom 9. 5. 1950.
35) Systox, Vergl.: G. UNTERSTENHÖFER, Zschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 57, 272 (1950).

Aus der entomologischen Abteilung der Landwirtschaftlichen Hochschule und der Nationalen Landwirtschaftlichen Forschungs- und Versuchszentrale in La Molina

Erfahrungen mit organischen Insektiziden in der Bekämpfung von Baumwollschädlingen in Perú

Von

J. E. Wille, Lima (Perú)

Bis zum Jahre 1946 wurden in Perú zur Bekämpfung der verschiedenen Schadinsekten der Baumwolle hauptsächlich Kalkarsenat, in geringerer Menge Bleiarsenat, Nikotinsulfat, Schwefel und ein Veratrin-Produkt („Babbini") verwendet. Die Erfolge dieser Kampfmittel, wenn richtig angewendet, waren im allgemeinen zufriedenstellend.

Mit Beendigung des zweiten Weltkrieges setzte eine starke Propaganda ein, um DDT und Hexachlorcyclohexan („BHC"), später Chlordane und Toxaphene zur Bekämpfung der Baumwollschädlinge heranzuziehen. Sehr erfolgreich wurde diese Bewegung unterstützt durch die anscheinend sehr guten Erfolge dieser Mittel im Baumwollbau der Vereinigten Staaten Nordamerikas.

Während der Baumwollkampagne 1946/47 hielt sich die Anwendung von DDT und BHC zunächst noch in geringen Grenzen; es machten sich aber in einzelnen Anbaugebieten merkwürdige, gänzlich unvorhergesehene Störungen bemerkbar. So zeigte sich zum Beispiel, daß nach einer sehr erfolgreichen Bekämpfung der Baumwollblattlaus *Aphis gossypii* Glover mit BHC plötzlich der Kapselwurm *Heliothis virescens* F. in bisher unbekannter Heftigkeit auftrat. Ebenso rief eine frühzeitige Anwendung von DDT eine starke Gradation der Baumwollblattlaus und der Schmierlaus *Pseudococcus citri* Fern. hervor. Diese Störungen konnten nur dadurch erklärt werden — und genaue Feldauszählungen der Insektenfauna bestätigten dies —, daß die angewandte organischen Insektiziden die natürlichen Feinde anderer Schadinsekten völlig vernichtet hatten, so daß dann diese letzteren ohne jede biologische Kontrolle sich frei entwickeln konnten. Vor 1946 war diese Erscheinung im Baumwollbau gut bekannt und gefürchtet bei der zu starken Anwendung von Kalkarsenat gegen die Blattraupen *Anomis texana* Riley, welche eine starke Zunahme der Baumwollblattlaus zur Folge hatte, weil der größte Teil der Blattlausfeinde durch die Arsenwirkung abgetötet wurde.

Auf Grund dieser ersten Erfahrungen mit den organischen Insektiziden erging von seiten des amtlichen entomologischen Dienstes eine Warnung an die Baumwollandwirte, daß sie mit der Anwendung dieser Mittel vorsichtig sein sollten. Gleichzeitig wurde in der Kampagne 1947/48 in den verschiedenen Baumwolltälern ein Netz exakter Feldversuche aufgezogen,

um die Wirkung von DDT, BHC, Toxaphene und den verschiedenen Mischungen dieser Mittel und die Beziehungen zum Zeitpunkt ihrer Anwendung zu studieren.

Die amtliche Warnung verhallte ziemlich wirkungslos, da die kaufmännische Propaganda, reichlich unterstützt durch nordamerikanisches Werbematerial, leicht die Oberhand gewann, die das Moderne und Neue dem angeblich Veralteten gegenüberstellte. Leider entsprachen aber die Ernteziffern von 1947/48 in keiner Weise den großen Erwartungen, sie lagen allgemein 15 bis 20% unter einer Normalernte, und ein Baumwolltal hatte sogar eine verlustreiche Mißernte.

Das gleiche wiederholte sich in der Kampagne 1948/49, nur mit dem Unterschied, daß einige Landwirte den amtlichen entomologischen Richtlinien folgten und sehr gute Ernteerträge erzielten, während die Mehrzahl durch eine unrichtige Anwendung der organischen Kampfstoffe wiederum eine und dieses Mal noch viel stärkere Mißernte hatte.

Tabelle

Wirkung verschiedener Insektizide bei der Bekämpfung des Kapselwurms *Heliothis virescens* F., nebst Ernteerträgen und wirtschaftlichen Verlusten, nach einem Feldversuch in „lattice square", Kampagne 1947/48, Hacienda San José, Tal von Chincha. Mittelwerte von 4 Wiederholungen, jede Parzelle 20 × 20 Meter. Nur die 10 besten Ergebnisse werden aufgeführt

Gesamtzahl der Hel. vir. Raupen in der Gesamtkampagne in 100 Endtrieben od. 100 Blütenknospen	Ertrag in Pfund (460 g) per Hektar, Baumwolle mit Samenkernen	Wirtschaftliche Verluste in Soles peruanos per Hektar, im Vergl. mit den unbehandelten Parzellen
Unbehand. Parzelle 1: 800	Unbehand. Parzelle 1: 194	Unbehand. Parzelle 1: 0
BHC, 2% gamma, zwei Bestäubungen: 950	DDT, 5%, zwei Best.: 183	Unbehand. Parzelle 2: 0
BHC, 2% gamma, drei Bestäubungen: 990	Unbehand. Parzelle 2: 179	DDT, 5%, zwei Best.: 220
Veratrin: „Babbini" zwei Bestäubungen: 1000	Veratrin: „Babbini", zwei Bestäubungen: 167	Veratrin: „Babbini", zwei Bestäubungen: 568
Kalkarsenat: 1 Best. und „3-5-40"*) zwei Best.: 1050	Kalkarsenat: 1 Best. und DDT 5%" zwei Best.: 147	Kalkarsenat: 1 Best. und DDT 5%, zwei Bestäubungen: 767
Mischung Kalkarsenat mit „Babbini", 1:1 zwei Bestäubungen: 1150	BHC, 2% Gamma, zwei Bestäubungen: 130	Mischung Kalkarsenat mit „Babbini, 1:1, zwei Bestäubungen: 1062
Mischung Kalkarsenat mit BHC 2% gamma, drei Bestäubungen: 1170	Mischung Kalkarsenat mit „Babbini", 1:1 zwei Bestäubungen: 126	BHC, 2% gamma, zwei Bestäubungen: 1076
Unbehand. Parzelle 2: 1180	Kalkarsenat: zwei Best. und „Babbini": 1 Best.: 118	Kalkarsenat: zwei Best. u. „Babbini": 1 Best.: 1187
Kalkarsenat: zwei Best. u. „Babbini": 1 Best.: 1200	Mischung „3-5-40"*), 4 Bestäubungen: 104	Kalkarsenat: zwei Best. u. BHC 2% gamma, 1 Bestäubung: 1538
Toxaphene 20% mit 40 % Schwefel, vier Best.: 1220	Chlordane 5%, drei Bestäubungen: 102	BHC, 2% gamma, drei Bestäubungen: 1612

*) Mischung: 3% gamma isomer von BHC, 5% DDT und 40% Schwefel.

In den beiden Anbauperioden 1947/48 und 1948/49 hatten die Feldversuche zu einer klaren Erkenntnis der verwickelten biologischen Verhältnisse geführt. Über diese Ergebnisse ist eingehend mit Kurven und Tabellen in peruanischen und jüngst in einer nordamerikanischen Veröffentlichung berichtet worden (3, 4, 7). Um einen Begriff über die Art dieser Arbeiten zu geben, bringen wir in der nebenstehenden Tabelle als Beispiel die Ergebnisse eines Versuches mit 23 verschiedenen Insektiziden und mit 2 unbehandelten Kontrollen, der in der Form des „lattice square" mit 4 Wiederholungen in der Anbauperiode 1947/48 durchgeführt wurde.

Aus dieser Tabelle und in gleicher Weise aus allen anderen Feldversuchen ging hervor, daß die unbehandelten Parzellen das beste Ernteergebnis und, da ja kein Geld für Bekämpfungsmittel verbraucht wurde, auch den besten Geldgewinn brachten. Dies Versagen der Kampfmittel gegen den Hauptschädling *Heliothis virescens* F. erklärte sich dadurch, daß keines der alten oder neuen Insektizide dieses Insekt wegen seiner versteckten Lebensweise im Inneren der Pflanzenorgane (Triebspitzen, Blütenknospen, Frucht) hinreichend abtötet (2); am besten verhielt sich noch DDT, welches in 5 bis 10 % Konzentrationen bis zu 75 % der Raupen abtötete. Weiterhin hatten aber alle organischen Insektizide sämtliche natürlichen Feinde dieses Insektes radikal ausgeschaltet, so daß die biologische Bekämpfung völlig ausfiel, während diese auf den unbehandelten Parzellen sich voll auswirken konnte. Damit war erwiesen, daß der Hauptschädling *Heliothis virescens* F. auf biologischem Wege mit gutem Erfolg bekämpft werden konnte.

Bereits im Jahre 1944 hatte Edson J. Hambleton (1) auf Grund von Beobachtungen im Cañete-Tal darauf hingewiesen, daß zwei Wanzen *Paratripleps laeviusculus* Cham., fam. *Anthocoridae*, und *Nabis punctipennis* Blanch., fam. *Nabidae*, die Eier von *Heliothis virescens* F. vernichten, und hatte vorgeschlagen, die Entwicklung dieser Wanzen durch Anbau von Maispflanzen zwischen den Baumwollfurchen zu begünstigen. Diese Methode wurde in einigen Versuchen der Kampagne 1948/49 erneut angewandt und brachte das Ergebnis, daß die weiblichen Blütenstände des Maises die Schmetterlinge von *Heliothis virescens* F. und *obsoleta* F. zur Eiablage stark anzogen, so daß die Baumwollstauden von Eiern freiblieben. Weiterhin zeigte sich, daß zwischen den sich entwickelnden Raupen der beiden *Heliothis*-Arten ein starker Kannibalismus herrschte, wobei die stärkeren *obsoleta*-Raupen die *virescens* vernichteten, und daß die *obsoleta*-Raupen niemals die Baumwolle angriffen (Unterschied der biologischen Rassen Perús und Nordamerikas). Vor allem aber konnte nachgewiesen werden, daß die beiden genannten Wanzen sich auf den Maispflanzen sehr frühzeitig und in großer Zahl entwickelten, die Eier und ersten Raupenstände der *Heliothis* vernichteten und später nach dem Abtrocknen des Maises auf die Baumwollstauden abwanderten, um dort ihr nützliches Vernichtungswerk fortzusetzen.

Zu klären war noch die Frage, warum die massenhafte und in kurzen Abständen wiederholte Anwendung organischer Insektizide in den Vereinigten Staaten Nordamerikas zu ausgezeichneten und in Perú zu völlig negativen Ergebnissen im Baumwollbau geführt hatte. Die Antwort liegt in den weitgehenden Unterschieden der Insektenfauna, der Baumwollkultur und der klimatischen Bedingungen beider Länder.

Der wichtigste Unterschied ist durch die Verschiedenheit der Schadinsekten der Baumwolle bedingt: das gefährlichste Insekt in Nordamerika ist der mexikanische Kapselkäfer *Anthonomus grandis* Boh., der in Perú nicht vorkommt. Hier ist nur der peruanische Blütenknospenkäfer *Anthonomus vestitus* Boh. vertreten, der in seiner Bedeutung mit seinem nordamerikanischen Vetter nicht im geringsten vergleichbar ist. Der Kapselwurm Nordamerikas ist *Heliothis obsoleta* F., jener in Perú *Hel. virescens* F., die sich gegenüber organischen Insektiziden sehr verschieden verhalten. Die Blattraupe der Baumwolle in Zentral-Perú ist *Anomis texana* Riley, jene in Nordamerika *Alabama argillacea* Hb., und so könnte die Aufzählung der Verschiedenheiten weitergehen. Das einzige Baumwollinsekt, was beide Länder gemeinsam haben, ist die kosmopolitische Blattlaus *Aphis gossypii* Glover. Es ist selbstverständlich, daß die nordamerikanische Schädlingsbekämpfungsindustrie ihre Mittel ausgearbeitet hat im Hinblick auf die wichtigsten Schädlinge Nordamerikas. So tötet zum Beispiel die viel angepriesene Mischung „3-5-40" (3% gammaisomer von BHC, 5% DDT und 40% Schwefel) durch synergetische Wirkung in erster Linie den mexikanischen Baumwollkapselkäfer ab und in zweiter Hinsicht den Kapselwurm *Heliothis obsoleta* F. In Perú ist die Wirkung dieser Mischung gegen den entsprechenden peruanischen Vertreter durchaus unbefriedigend.

Ein anderer tiefgreifender Unterschied besteht in der Anbauform und dem Wachstum unserer peruanischen Baumwollsorte „Tanguis" gegenüber den nordamerikanischen Sorten. „Tanguis" wächst, mit ausschließlich künstlicher Bewässerung, baumförmig bis zu einer Höhe von 2 Metern und schließt in den Furchen so dicht zusammen, daß niemand durch die Furchen gehen kann, ohne die Pflanzen zu beschädigen. Ein derartig üppiges Wachstum ist bei den nordamerikanischen Sorten unbekannt. Für die Anwendung von Insektiziden ist dies starke Wachstum recht ungünstig, da die Verteilung der Mittel nicht gleichmäßig erfolgen kann. Andererseits bildet sich für die Insekten ein heißes und feuchtes Mikroklima, welches die Gradation vieler Schädlinge beschleunigt. Unsere „Tanguis"-Baumwolle ist keine kurzlebige Sommerpflanze, wie die Sorten der Vereinigten Staaten, wo im April gesät und im Oktober geerntet wird, was bedeutet, daß die Insekten der Baumwollpflanze nur in der beschränkten Zeitspanne von 2 bis 3 Monaten (Juni bis August) gefährlich werden können. Vielmehr ist „Tanguis" eine Jahrespflanze mit 12 bis 13 Monaten Vegetationsdauer. Die Zeit ihrer Gefährdung durch Insekten beginnt im Oktober/November und endet im Mai, beträgt also mindestens sechs Monate, genau das Doppelte wie in den Vereinigten Staaten Nordamerikas. Wenn man also organische Insektizide anwendet mit den kurzen Zwischenräumen von 6 bis 10 Tagen, wie es diese Mittel erfordern, so kann man es in Nordamerika leicht durchführen, in Perú jedoch kommt man auf 18 bis 30 Wiederholungen der Behandlung, was wirtschaftlich untragbar ist.

Schließlich sind die klimatischen Bedingungen beider Länder sehr verschieden: in den Baumwolltälern Zentral-Perús herrscht ständig hohe Luftfeuchtigkeit (80 bis 90% rel. Feucht.), niemals fällt richtiger Regen, was künstliche Bewässerung erforderlich macht. Die Winter sind mit einer mittleren Minimumtemperatur von ungefähr plus 12° C ausgesprochen milde. Aus diesen klimatischen Gründen können wir Baumwolle im zweiten

und dritten Jahre als „ratoon"-Baumwolle, oder „soca", „resoca" kultivieren. In Nordamerika unterbricht der Winter unweigerlich das Leben der Baumwollpflanze, aber auch das Leben der Insekten; zum mindesten werden sie zu einer winterlichen Ruhepause gezwungen, während bei uns die „soca"-Baumwolle und andere Winterkulturen die fortlaufende Entwicklung zahlreicher Insekten begünstigen. Der wichtige Schädling *Heliothis virescens* F. zum Beispiel überwintert nur zu 90% als Puppe, 10% sind ständig während des Winters auf verschiedenen Pflanzen, wie Mais, Kichererbsen usw. in voller Entwicklung.

Die Unterschiede, die im Baumwollbau Perús und Nordamerikas zu Tage treten, lassen sich also in den folgenden Punkten zusammenfassen: verschiedene Arten von Schädlingen; deren verschiedene Reaktion gegenüber der toxischen Wirkung der Kampfmittel; verschiedenes Wachstum der Baumwollsorten; verschiedene Zeitspannen, in denen Insekten gefährlich werden können; verschiedenes Klima und damit verschiedene landwirtschaftliche Anbaumethoden. Die logische Folgerung ist, daß man Bekämpfungsmethoden Nordamerikas nicht blind und ohne Anpassung in Perú nachahmen kann.

Auf Grund dieser Überlegungen, der eingangs geschilderten Feldbeobachtungen und der Ergebnisse der Feldversuche, wurden amtlich den Baumwollanbauern für die Kampagne 1949/50 folgende Anweisungen für die Bekämpfung der Schädlinge gegeben (4):

1. Die neuen organischen Insektizide sind nur in dringendsten Notfällen anzuwenden. Die alten Mittel, zum Beispiel Kalkarsenat, sollen gleichfalls möglichst wenig benutzt werden.
2. Die biologische Bekämpfung, besonders der *Heliothis virescens* F., ist künstlich zu fördern, indem nach jeder 8. bis 10. Baumwollfurche eine Furche mit Mais gesät wird. Ebenso sollen Maispflanzen in Fehlstellen der „soca"- und „resoca"-Felder eingesät werden. Der Zeitpunkt der Maisaussaat ist so zu wählen, daß die weiblichen Blüten in voller Entwicklung stehen, ehe die Baumwolle ihre Blütenknospen ausgebildet hat.
3. Die künstliche Bewässerung der Baumwollfelder ist so zu handhaben, daß die Pflanzen nie in üppiges, sukkulentes Wachstum geraten, da dieses viele Schadinsekten anzieht. Man vermeidet damit zugleich, daß sich ein feuchtheißes Mikroklima im Baumwollfeld bildet.

Diese offiziellen Richtlinien wurden von den Baumwolltälern Chincha, Pisco, Ica, Rimac, Chancay und Huaura angenommen und gut durchgeführt, während die Täler Cañete und Carabayllo, welche ihre eigenen privaten entomologischen Dienststellen unterhalten, an der Nachahmung der nordamerikanischen Methoden des massierten Einsatzes organischer Insektizide festhielten. Es ergab sich also in der Kampagne 1949/50 die Möglichkeit, beide Methoden, die biologische und die chemische, zu vergleichen.

In den Baumwolltälern, die der biologischen Methode folgten, war die Entwicklung in großen Zügen die folgende: *Heliothis virescens* F. begann frühzeitig mit der Eiablage, so daß im Oktober Eier und Jungraupen auf Mais, und weniger zahlreich auf „ratoon"-Baumwolle angetroffen wurden. Sofort begann die Entwicklung ihrer natürlichen Feinde, besonders jene der *Paratriphleps laeviusculus* Cham., so daß Ende Oktober 2 bis 3 Wanzen in jedem weiblichen Maisblütenstand angetroffen wurden. Infolgedessen konnten sich aus den abgelegten *Heliothis*-Eiern nicht viel Raupen entwickeln und ihre Zahl ging auf „ratoon"-Baumwolle nach einem anfänglichen Höhepunkt im Oktober/November scharf zurück und

blieb von Januar ab bis zum Ende der Kampagne nahe dem Nullpunkt. Das gleiche wiederholte sich in den neu bestellten Baumwollfeldern, die sich stets mit einem geringen Zeitabstand später entwickeln. Von Wichtigkeit war, daß die Eiablage der *Hel. virescens* F. während der ganzen Kampagne anhielt und daß deshalb die Durchführung einer mäßigen Bewässerung als Kulturmaßnahme (Ratschlag 3) durchaus wichtig war. Es ließ sich mehrfach in kleinen Feldstücken beobachten, daß infolge zu starker Wassergaben ein sukkulentes Wachstum einsetzte, was sofort eine Zunahme der *Heliothis* zur Folge hatte. Diese Fälle ließen sich leicht durch Wasserentziehung verbessern.

Eine genaue Untersuchung auf den Feldern ergab fernerhin, daß folgende Insekten an der Vernichtung der *Heliothis virescens*-Eier und -Jungraupen beteiligt waren, aufgeführt in der Reihenfolge ihrer Bedeutung:

Paratriphleps laeviusculus Cham., fam. *Anthocoridae.*
Nabis punctipennis Blanch., fam. *Nabidae.*
Hyalochloria denticornis Tsai-Hu Hsiao, fam. *Miridae.*
Parajalysus spinosus Dist., fam. *Neididae.*
Orius tristicolor White, fam. *Anthocoridae.*
Rhinacloa carmelitana Carvalho, fam. *Miridae.*
Geocoris punctipes (Say), fam. *Lygaeidae.*
Zelus, spec., fam. *Reduviidae.*
Scymnus, zwei spec., fam. *Coccinellidae.*
Chrysopa californica Coq., fam. *Chrysopidae.*
Hippodamia convergens Guer., fam. *Coccinellidae.*
Cycloneda sanguinea (L.), fam. *Coccinellidae.*
Außerdem verschiedene Spinnen der Familien *Lycosidae* und *Salticidae.*

Unter diesen Tieren ist *Paratriphleps* bei weitem der wichtigste Feind, er zerstört ungefähr 70% der Eier und Jungraupen, dann folgen die nächsten vier Insekten mit ungefähr 20% und der Rest der Räuber erledigt die fehlenden 10%. Die *Scymnus*-Käfer und Larven sind ganz am Anfang der Kampagne von großer Bedeutung, wenn *Paratriphleps* noch in frühester Entwicklung ist. Um die gleiche Zeit sind die verschiedenen Spinnen sehr wertvoll. In kleinen Versuchsparzellen ließ sich nachweisen, daß eine einzige Bestäubung mit DDT., oder BHC., oder Toxaphene die sieben erstgenannten Räuber zu 100% abtötete.

Das Ernteergebnis der sechs Täler mit biologischer Bekämpfung in der Kampagne 1949/50 war ausgezeichnet: Chincha erntete als Mittelwert 20% mehr als eine Normalernte und hatte um 45% höheren Ertrag als in der vorhergehenden Kampagne 1948/49, in der organische Insektizide zur Bekämpfung verwendet wurden. Die anderen Täler mit biologischer Bekämpfung erzielten einen mittleren Ernteertrag, der um 20 bis 25% höher lag als in Normaljahren und wesentlich besser war als in den vorausgehenden Anbauperioden mit Anwendung organischer Insektizide. Wesentlich ist ferner, daß die genannten sechs Täler fast kein Geld für Insektizide ausgaben, da die Feinde der *Heliothis virescens* F. auch die Eier von *Anomis texana* Riley und die Baumwollblattlaus stark in Schach hielten. Wirtschaftlich brachte also die Anbauperiode 1949/50 für diese sechs Täler einen bedeutenden Gewinn.

In Gegensatz dazu standen die beiden Täler Cañete und Carabayllo. Auch hier setzte *Heliothis virescens* F. frühzeitig und in großer Zahl mit ihrer Entwicklung ein, und so begann man mit DDT-Bestäubungen, die nur einen Teilerfolg hatten, aber ständig wiederholt werden mußten bis zum Ende der Kampagne, so daß 15 bis 20 Anwendungen der organischen Insektizide auf jedem Felde nötig waren. Es entwickelten sich infolge der DDT-Bestäubungen andere Schädlinge, zum Beispiel *Aphis gossypii* Glover, die mit BHC zu bekämpfen war, oder der Blütenknospenkäfer *Anthonomus vestitus* Boh. oder die Schmierlaus *Pseudococcus citri* Fern. Infolge dieser Schädlinge erreichte der Ernteertrag nur den Mittelwert von 75% einer Normalernte, und da die Kosten für Insektizide und ihre Anwendung 1000 bis 1500 Soles per Hektar betrugen, endete die Kampagne 1949/50 für diese beiden Täler mit großen Verlusten.

Gegen dieses eindeutige Ergebnis, das die Überlegenheit der biologischen gegenüber der chemischen Methode darlegt, ließ sich nichts einwenden, und selbst die größten Zweifler mußten den Erfolg der biologischen Bekämpfung anerkennen. Es versteht sich hiernach von selbst, daß für die Anbauperiode 1950/51 die gleichen Empfehlungen wie im Jahre vorher, nur noch in verschärfter Form amtlich veröffentlicht wurden (5, 6). Diese Anweisungen sind dann auch von allen Baumwolltälern angenommen und gut durchgeführt worden, denn auch Cañete und Carabayllo hatten sich zur biologischen Bekämpfung bekehrt.

Die Entwicklung in der Kampagne 1950/51 war sehr ähnlich wie im Jahre vorher. Durch den zwischengesäten Mais erzielte man ein rasches und frühzeitiges Ansteigen der biologischen Feinde, die schnell die *Heliothis virescens* F. auf den Fast-Null-Punkt, also zur wirtschaftlichen Bedeutungslosigkeit herabdrückten. In der vorliegenden Kampagne hat die Blattraupe *Anomis texana* Riley eine starke Gradation gezeigt; sie wurde aber wirksam mit Kalkarsenat bekämpft.

Zwei Sonderfälle in der Kampagne 1950/51 bewiesen erneut, wie verderblich die Anwendung organischer Insektizide unter den peruanischen Sonderbedingungen werden kann. Auf einem kleinen Feld von 12 Hektar hatte der Besitzer auf Grund einer falsch verstandenen Anweisung DDT 5% mit Schwefel einmalig gestäubt. Die Folge war ein starkes Ansteigen der *Heliothis virescens*-Raupen und ein voraussichtlicher Verlust von 50% der Ernte.

Der andere Fall ist viel ernster: Auf einer Fläche von rund 300 Hektar neu gesäter Baumwolle wurde Ende Januar 1951 einmalig Toxaphene 20% mit 40% Schwefel angewendet, angeblich um die Blattraupe abzutöten. Diese irrige Behandlung rief eine völlige Störung des biologischen Gleichgewichts hervor: zuerst trat *Heliothis virescens* F. stark auf, danach *Aphis gossypii* Glover und schließlich vermehrte sich durch Zuflug von den Nachbarfeldern der Blütenknospenkäfer *Anthonomus vestitus* Boh. derart, daß sich keine Blüten bildeten und die Felder jetzt am Ende der Wachstumsperiode fast völlig kahl und ohne Fruchtbildung dastehen. Hier beträgt der Schaden rund 90% einer Normalernte, was einem Verlust von 30 spanischen Quintales (1 qq gleich 46 kg) per Hektar von entkernter Baumwolle gleichkommt. Es entspricht dies beim heutigen Weltmarktpreis der Baumwolle einem Verlust von rund 1500 US-Dollar per Hektar.

So hat also auch die Kampagne 1950/51 den klaren Beweis erbracht, daß die sachgemäße Anwendung der biologischen Bekämpfungsmethode, verbunden mit entsprechenden landwirtschaftlichen Maßnahmen und einer mäßigen Anwendung der alten anorganischen Insektizide die Schadinsekten der Baumwolle in Perú besser abtötet und zu höheren Ernteerträgen führt, als ein massierter Einsatz der neuen organischen Bekämpfungsstoffe. Lima, La Molina, April 1951.

Schrifttum

Hambleton, Edson, J. 1944. *Heliothis virescens* as a pest of cotton, with notes on host plants in Perú. Journ. Econ. Entom. 37: 660—666.
Wille, J. E. 1940. Observaciones sobre *Heliothis virescens* F. como plaga del algodonero en el Perú. Rev. de Entomologia, Rio de Janeiro, vol. 11 (1—2): 584—588.
— —. 1948. Insectos e insecticidas en la Campaña Algodonera 1947/48. Comunicado Oficial. El Comercio, 12. V. 1948.
— — 1949. Insectos e insecticidas en la Campaña Algodonera 1948/49. Comunicado Oficial. El Comercio, 19. V. 1949.
— — 1950. Insectos e insecticidas en la Campaña Algodonera 1949/50. Comunicado Oficial. El Comercio. 5.—7. VIII. 1950.
— — 1950. La situacion entomologica en la Campaña Algodonera 1949/50. Informe No. 70 del Centro Nacional de Investigacion y Experimentacion Agricola La Molina.
— — 1951. Biological Control of certain Cotton Insects and the applications of the new organic Insecticides in Perú. Journ. economic Entomology, vol. 44, No. 1.

Aus der Bayerischen Landesanstalt für Bienenzucht

Die Gefährdung der Bienen durch den Pflanzenschutz

Von

Friedrich Karl Böttcher, Erlangen

Die im Pflanzenschutz verwendeten chemischen Mittel können zum großen Teil leider auch den nützlichen Insekten, vor allem unserer Honigbiene, außerordentlich gefährlich werden. Diese Gefahr besteht im allgemeinen dann, wenn sie auf blühende oder Honigtau absondernde Bienennährpflanzen kommen.

Da die Nektarien meist gut geschützt sind, scheint der Nektar selten vergiftet zu werden (v. Dehn 1942). Nur bei frei liegenden Nektarien und vor allem bei Honigtaubildung kann eine Vergiftung des Sammelgutes eintreten. Daran gehen die Flugbienen meist schon zugrunde, ehe sie das Gift in den Stock bringen, was besonders bei Berührungsgiften der Fall ist. Schließlich aber werden die das Trachtgut abnehmenden und verarbeitenden älteren Stockbienen betroffen, so daß auf diese Weise *niemals nennenswerte Giftmengen in den Honig* kommen können und somit glücklicherweise keine Vergiftungsgefahr für den Menschen besteht (Himmer 1934, Eckert 1949).

Dagegen werden alle Pflanzenschutzmittel, soweit sie keine schnelle Kontaktwirkung besitzen, vor allem mit dem Blütenstaub in den Stock gebracht, wodurch die jungen, Pollen zehrenden Bienen vergiftet werden können. Solcher gespeicherter *gifthaltiger Pollen* ist für das Bienenvolk

stets am gefährlichsten, da er als Nahrung der Jungbienen und zum geringen Teil auch der Brut das Volk in seinem Grundbestand angreifen und bei größeren Vorräten gänzlich vernichten kann.

Schnell wirkende Berührungsgifte hingegen *töten in erster Linie die Flugbienen* während der Sammeltätigkeit ab. Vergifteter Pollen wird daher in diesen Fällen seltener im Stock gespeichert, so daß Brut und Stockbienen weniger gefährdet sind. Dagegen ist damit zu rechnen, daß mit Kontaktgiften behaftete Sammelbienen andere im Stock befindliche Bienen durch Berührung anstecken (Palm 1949).

Gering ist im allgemeinen die Gefahr der *Bienenvergiftung durch Einholen von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wasser.* Denn gewöhnlich wird Wasser von den Bienen an Stellen aufgenommen, die wenig durch Pflanzenschutzmittel gefährdet sind. Nicht selten, insbesondere nach Schlechtwetterzeiten, nehmen es die Bienen aber auch von tau- und regennassen Pflanzen auf, so daß Bienenschäden vorkommen können, wenn diese mit Giftmitteln behandelt wurden (Hammer und Karmo 1947, Mayer 1950, Schneider 1949).

Allgemein werden *Stäubemittel* den Bienen stets *gefährlicher als Spritzmittel.* Denn einmal läßt sich in Staubform ein Präparat leicht in großen Massen ausbringen, was oft zu Überdosierungen führt. Zum anderen aber kommen die Bienen mit den lose haftenden Stäubemitteln in viel engere Berührung als mit fest antrocknenden Spritzmitteln, zumal auch gerade das Einpudern ein ganz natürlicher Vorgang beim Pollensammeln ist. Schließlich bringen die Bienen auch von einem staubförmigen Gift, wenn es keine schnelle Kontaktwirkung besitzt, leichter größere Mengen in den Stock (Himmer 1934).

Aber nicht nur nach Wirkungs- und Anwendungsweise, sondern auch ihrer Natur nach sind die Pflanzenschutzmittel für die Bienen sehr verschieden gefährlich. Es lassen sich unterscheiden:

1. Bienenungiftige Pflanzenschutzmittel

Für die Bienen absolut ungiftige Mittel gibt es, wie sich bisher gezeigt hat, nur sehr wenige. Als solche sind bekannt: *Quassia* (Mc. Indoo und Sievers 1917, Böttcher 1937) und *Tetranitrocarbazol (Nirosan)* (Goetze 1940/41, Stellwaag und Daxer 1940). Beide Mittel wirken spezifisch, Quassia vor allem auf die Pflaumensägewespe (Thiem 1947), aber auch auf Blattläuse, und Nirosan („2150") auf die Raupe des Traubenwicklers *(Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana)* (Zillig 1940*).

Die Bedeutung dieser Tatsachen für die Bienenzucht liegt auf der Hand. Muß doch gerade die Bekämpfung der Pflaumensägewespe am Ende der Blütezeit vorgenommen werden, um zu einem Bekämpfungserfolg zu kommen. Die Gefahr der Schädigung der Bienen, die bei der früher empfohlenen Arsenanwendung gegeben war, besteht jetzt bei der viel besser, ja hervorragend wirksamen Quassiabrühe nicht mehr. Die der Bienenzucht durch Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms zugefügten Schäden waren, als man noch die Arsenmittel benutzte, nicht unbeträchtlich (Böttcher, 1937). Heute bei Anwendung der Tetranitrocarbazolmittel ist diese Gefahr gänzlich abgewendet.

*) Der Deutsche Weinbau 1940, S. 85.

Nach BRÖKER (1950) ist auch *Thiodiphenylamin* für die Bienen wenigstens in einer Konzentration bis 0,5 % in Honigzuckerteig ungiftig. Er bestätigt damit die Angaben von GUILHON (1948), der außerdem *Thiodiphenylamin* (Präparat „Somax") als ein gutes Mittel gegen die schwarze Senfraupe (*Athalia colibri* Christ.) angibt.

Von den Pilzgiften sind die organischen Fungizide *Fuklasin* und *Pomarsol* (Ob 72) (LOEWEL und SEEMANN, 1941) für die Bienen gleichfalls unschädlich.

Die als Unkrautbekämpfungsmittel zeitweise angewendete Schwefelsäure wird von den Bienen in großen Mengen vertragen und ist daher absolut harmlos (BÖTTCHER, 1935).

Alle anderen Mittel sind hingegen für die Bienen mehr oder weniger giftig.

2. Schwachgiftige, bienenungefährliche Mittel

Indessen werden schwachgiftige Mittel den Bienen bei der praktischen Anwendung kaum gefährlich, so daß durch sie keine nennenswerten Schäden entstehen können.

Schwefel soll nach BUTTLER, FINNEY und SCHIELE (1950) für die Bienen giftig sein. Über den genauen Giftigkeitsgrad ist jedoch anscheinend nichts bekannt. Dasselbe soll auch für Schwefelkalkbrühe gelten, doch wird für diese eine stark abschreckende Wirkung angegeben. Dieselbe sei so stark, daß selbst ein Zusatz von 1% zu Arsenbrühe einen genügenden Schutz vor Bienenvergiftungen verbürge. Nach ECKERT (1949) scheint Schwefel jedoch ungiftig für die Bienen zu sein, und nach LOEWEL und SEEMANN (1941) ist Schwefelkalkbrühe gleichfalls ungefährlich.

Ungefährlich sind mit großer Sicherheit auch die älteren Fungizide und Unkrautbekämpfungsmittel. Diese wurden von BÖTTCHER (1935) untersucht. Als Dosis letalis minima wurde gefunden für:

Eisenvitriol	51 γ	=	10 γ	met. Eisen
Kupfervitriol	14 γ	=	3,6 γ	met. Kupfer
Raphanit	13 γ	=	3,3 γ	met. Kupfer

Diese Giftigkeit reicht jedoch nicht aus, um die Bienen im Freiland in nennenswerter Zahl zu vernichten, was aus Käfig- und Feldversuchen hervorgeht. Lediglich bei einem Versuch mit dem an sich schwach giftigen Eisenvitriol, das aber in 30 %iger Lösung angewendet wird, konnten im Käfigversuch sichtbare Bienenschäden hervorgerufen werden. Dasselbe war auch bei starker Überdosierung von Kupfermitteln der Fall. Dagegen erwiesen sich die üblichen Konzentrationen von 3—4% Raphanit als bienenungefährlich. Allerdings betonen LOEWEL und SEEMANN (1941), daß bei ihren Spritzversuchen auch die Kupferkalkbrühe einen stärkeren Totenfall hervorgerufen hat.

Mit Kupferkalkbrühe, Kupferkalk-Wacker und Kupfersodabrühe wurden von BÖTTCHER (unveröffentlicht) Flugkäfig- und Feldversuche an blühender Phazelia angestellt, ohne daß wahrnehmbare Bienenschäden eintraten.

Über die Wirkung der neuerdings angewendeten 2,4 D-Mittel (Dichlorphenoxylessigsäureverbindungen) auf die Bienen gehen die Mei-

nungen sehr auseinander. Während Hammer (1950) von großen Schäden durch Hormonmittel in Dänemark berichtet, nennt Eckert (1949) diese Mittel bienenungefährlich. Die deutschen Imker halten z. T. das Präparat für sehr gefährlich, z. T. hat man keinerlei Schäden nach Anwendung auf blühenden Hederich bemerkt. Bröker (1950) hielt das Mittel U 46 anfangs gleichfalls für sehr gefährlich, nach späteren Erfahrungen scheint es ihm jedoch weniger schlimm zu sein (mündl. Mitteilung). Nach Johnson (1950) indessen können die Bienen durch Hormonmittel in ihrer Flugfähigkeit beeinträchtigt werden und zwar schon bei Konzentrationen, die sie nicht abtöten. Während sich nach Palm (1949) die Giftwirkung sehr spät, erst nach Tagen und Wochen zeigen soll, tritt nach Hammer (1950) sofort eine Ermattung der Bienen ein, so daß sie z. T. auf dem Felde bleiben und an Verkühlung eingehen, in großer Zahl aber auch ermattet in der Nähe der Bienenstöcke gefunden werden. Bei den von Hammer geschilderten Fällen war allerdings auch gleichzeitig Nosema- und Amöbenseuche zu verzeichnen.

Eigene Versuche zeigten mir bisher, daß das Natriumsalz dieser Säure für die Bienen nur schwach giftig ist, was auch von Eide (1947) sowohl wie von Palmer-Jones (1950) gefunden wurde. Die Dosis letalis liegt bei 34° C unter der des Kupfervitriols. In Käfigversuchen war es ungefährlich und zwar in Erlangen wie in Weihenstephan (mdl. Mitteilung von Dallinger). Bespritzung eines 8500 qm großen blühenden Senffeldes im September bewirkte keine Bienenschäden. Feldversuche im Sommer sollen folgen und werden hoffentlich Klarheit in dieser Frage bringen.

3. Giftigere, jedoch mindergefährliche Präparate

Eine weitere Gruppe von Mitteln ist stärker giftig für die Bienen, wird ihnen jedoch nicht sonderlich gefährlich. Dazu gehören Nikotin, Pyrethrum und Derris. An der freien Luft verflüchten sie sich entweder leicht wie das Nikotin, oder zersetzen sich schon verhältnismäßig schnell. Während die beiden letztgenannten Mittel sowohl als Berührungs- wie als Darmgift wirken, ist die Darmgiftwirkung des Nikotins außerordentlich gering. Dafür wirkt es jedoch als Atemgift, was praktisch indessen keine Rolle spielt.

Die Wirkung dieser Präparate ist mehr oder weniger temperaturabhängig (Böttcher 1938), jedoch zwischen Pyrethrum und Derris einerseits und Nikotin andererseits grundsätzlich verschieden. Während die Giftigkeit von Pyrethrum und auch (in geringerem Maße) von Derris (Rotenon) mit steigender Temperatur abnimmt, ist es beim Nikotin gerade umgekehrt. Seine Giftigkeit nimmt bei steigender Temperatur zu, was wohl mit seiner gleichzeitig sich erhöhenden Flüchtigkeit und seiner damit stärker hervortretenden Atemwirkung zusammenhängt. Folgende Werte für die mittlere letale Dosis wurden gefunden (in γ):

	LD-50	
	20 ° C	34,5 ° C
Nikotin	über 60	über 60
Pyrethrin	0,05	0,5
Rotenon	2,8	3,3
Derrisextrakt	2,0	2,0 (!)

Für die Wirkung dieser Präparate als Berührungsgift wurde die gleiche Abhängigkeit der mittleren tödlichen Konzentration (LK-50) von der Temperatur gefunden:

	LK-50	
	20 ° C	34,5 ° C
Nikotin	0,8 %	0,5 %
Pyrethrin	0,0005 %	0,002 %
Derrisextrakt	0,028 %	0,037 %

Sollte also vor allem eine mit Pyrethrum im Freiland in Berührung gekommene Biene den Stock noch erreichen, so wird die Gefahr des Absterbens infolge der günstigen Temperatur des Stockes (34—35 ° C) verringert, während sie beim Nikotin vergrößert erscheint. Indessen dürfte es wohl sicher sein, daß fliegende Bienen eine bedeutend höhere Körpertemperatur aufweisen als ruhende und daher vermutlich gleichfalls weniger gefährdet sind.

Wie dem aber auch sei: Flugkäfig- und Feldversuche haben gezeigt, daß die Anwendung von Nikotin in den hier üblichen Konzentrationen von 0,15% im Spritzmittel und 2,5% im Stäubemittel keinen nennenswerten Schaden hervorruft, was von Loewel und Seemann (1941) bestätigt wird. Hingegen berichtet Eckert (1949), daß Nikotinstaub unter gewissen Bedingungen (in USA) die Flugbienen eines ganzen Bienenstandes abtöten könne. Für deutsche Verhältnisse darf Nikotin jedoch als ein Mittel angesehen werden, das den Bienen praktisch nicht schadet. Das kann insbesondere bei der Bekämpfung von honigtauabsondernden Blattläusen von Bedeutung sein.

Ähnliches gilt auch vom Derris, welches heute noch als Grundstoff für flüssige Blattlausmittel wie für staubförmige Mittel gegen Rapsschädlinge gebraucht wird. Die Schäden, die bei Flugkäfigversuchen an kleinen Bienenvölkchen auftraten, waren gering. Bei Großversuchen konnten keine Schäden beobachtet werden. Eine Überprüfung dieser Versuche mit heutigem Material ist im Gange und wäre auch von anderer Seite erwünscht.

Pyrethrummittel erwiesen sich gleichfalls als praktisch wenig gefährlich für die Bienen. Sie werden jedoch kaum noch in größeren Mengen angewandt. Minder gefährlich scheinen nach Markus (1937) auch die im Forst zeitweise verwendeten Veratrinpräparate zu sein. Nach Schimke (1933) ist ihre Wirkung bei höherer Temperatur geringer als bei niederer.

4. Bienengefährliche Mittel

Die DDT-haltigen Präparate dürften zweifellos zu den Mitteln gehören, die den Bienen ernstlich gefährlich werden können. Zwar ist ihre Darmwirkung insbesondere bei höheren Temperaturen verhältnismäßig gering (DL-50 nach Häfliger 1950 bei 20° C 32 γ, bei 36° C 560 γ), doch spielt sie im praktischen Falle gegenüber der Berührungsgiftwirkung keine wesentliche Rolle. Aber auch diese sinkt mit steigender Temperatur, so daß bei 36° C Gesarolbeläge keine Giftwirkung auf die Bienen mehr erkennen ließen (Häfliger 1948, Kaeser 1948). Sie scheint jedoch stets ausreichend zu sein, um die sammelnden Bienen zu einem wesentlichen Teil zu gefährden, zumal sich nach Evenius (1948 a, b) subletale Dosen zu letalen summieren können.

Die Erfahrungen aus der Praxis sind indessen verschieden. THIEM (1946) hält das Präparat, das er anläßlich der Maikäferbekämpfung auf Bienenwirksamkeit beobachtete und mit welchem er Flugkäfigversuche anstellte, für ungefährlich, solange es vor oder nach dem Bienenflug angewandt wird. HÄFLIGER (1949), der ein ganzes Bienenvolk damit bestäubte, neigt gleichfalls dieser Ansicht zu. ECKERT (1949) berichtet, daß 5%iges DDT in Kalifornien auf Luzerne in Vor- und Frühblüte angewandt, keine wirtschaftlichen Schäden an den Bienen hervorrief, wohl aber in einer Konzentration von 10%. HAMMER und KARMO (1947) fanden gleichfalls keine Schäden bei Stäubung und Spritzung 5%iger DDT-Mittel in die Blüte. Von ernsten Bienenverlusten bei Anwendung von DDT auf blühende Luzerne berichtet hingegen KNOWLTON (1950). Nach ihm hält die Wirkung 48 Stunden lang an. Nach TODD, LIEBERMANN, NYE und KNOWLTON (1949) tötete eine Behandlung von Luzerne mit 3%igem DDT 28% der Blütenbesucher und zwar meist schon auf dem Felde. Nach FILMER (1949) verursachten DDT-Spritzung und Stäubung von blühender Moosbeere *(Vaccinium oxycoccus)* eine erhebliche Sterblichkeit unter den Honigbienen, Hummeln und solitären Bienen. Obschon der Bienenbesuch infolge der Behandlung herabgesetzt war, fand man doch noch 2—3 Tage danach gelähmte Bienen. EVENIUS unnd STUTE (1949) berichten von zahlreichen Vergiftungsfällen durch Gesarol in der Praxis und HIRSCHFELDER (1950) führt einen schweren Schadensfall an, der infolge Behandlung blühenden Rapses mit DDT in Unterfranken entstand. Nach der Spritzung von DDT-Mitteln auf blühenden Raps und blühende Zwetschgen traten nach MAURIZIO (1950) am ersten und zweiten Tag Verluste an Flugbienen auf. LOUVEAUX (1949) berichtet von DDT-Schäden in Frankreich.

Auch die Dinitroorthokresol- (DOK-) Präparate, welche als Forstschädlingsmittel, als Winterspritzmittel im Obstbau und als Unkrautbekämpfungsmittel Verwendung finden, müssen zu den bienengefährlichen Mitteln gerechnet werden. Obschon im allgemeinen Bienenvergiftungen hierbei selten sind, da sie bei uns jetzt fast nur noch als Winterspritzmittel verwendet werden, muß man doch auch mit ihnen vorsichtig verfahren. Denn bei einem von SCHNEIDER (1949) geschilderten Fall trat beträchtlicher Bienenschaden ein, als es im Winter bei warmem Wetter verspritzt und von den Bienen an Stelle von Wasser aufgenommen wurde. GOBLE und PATTON (1946) stellten die mittlere Dosis letalis des Kalisalzes von 3,5 Dinitroorthokresol mit 2,39 Mikrogramm bei 70° F und 2,13 Mikrogramm bei 90° F fest. Im Nektar bespritzter Blüten konnte das Präparat nicht nachgewiesen werden. Nach GÄBLER (1947) waren umfangreiche Waldbestäubungen mit DOK-Präparaten indessen nicht besonders gefährlich für die Bienen. Bei Anwendung in die Blüte, z. B. auf blühende Unkräuter, ist das aber sicher ganz anders.

Viel gefährlicher für die Bienen sind jedoch die Hexa- (Hexachlorcyclohexan- und E-(Phosphorsäureester-) Mittel. Das zeigt sich schon bei ihrer an sich weniger wichtigen Wirkung als Magengift. Beträgt doch die mittlere Dosis letalis (LD-50) der Hexamittel nach HÄFLIGER (1948) bei Temperaturen von 20 und 36° C 0,2 und 0,3 γ, und bei dem Esterpräparat Parathion nur 0,1 und 0,09 γ. MAURIZIO (1950) und andere Autoren fanden die Hexamittel ebenfalls giftiger als DDT, beide jedoch weniger gefährlich als die Arsenmittel. Nach

ECKERT (1949) lag die LD-50 in 72 Stunden zwischen 0,07 γ bei Parathion und 22,0 γ bei Toxaphen. Kontaktwirkungen traten auf nach ½ bis 1½ Stunden bei Hexamitteln.

Spritzung von Hexamitteln brachte Schäden an Sammelbienen, Stockbienen und Brut. Königinnen gingen im Gegensatz zu zwei Schweizer Fällen (MAURIZIO 1949) nicht ein. In den ersten Tagen trat ein heftiges Bienensterben auf, jedoch ging kein Stock zugrunde. Die Völker erholten sich bald, so daß im Juli ihre alte Stärke wieder hergestellt war.

Sehr beachtenswerte praktische Versuche mit Hexamitteln stellte auch MINDERHOUD (1950) an. Im Jahre 1949 betrug die in einem bestimmten Gebiet angebaute Rapsfläche 1100 ha. Die meisten Felder wurden bestäubt, und zwar teils vor, teils aber auch nach Blühbeginn. Zum Versuch wurden 11 Bienenstöcke an Stellen gebracht, wo die Gefahr am größten zu sein schien. Dort, wo die Stöcke unmittelbar von der Staubwolke getroffen wurden, entstand der größte Bienenschaden. Wenn mehrere Felder vorhanden waren, gingen die Bienen, von dem behandelten Feld abgeschreckt, auf unbehandelte über. Großer Schaden entstand besonders in den Fällen, wo es an einer Ausweichmöglichkeit fehlte. Schäden traten nur an den Flugbienen auf. Stockbienen und Brut blieben unversehrt. Gute Stöcke erholten sich bald. Alle waren wieder stark, als der Weißklee zu blühen begann.

Nach Versuchen von PALM (1949) können mit E-Staub behaftete, in den Stock zurückkehrende Bienen andere dort in größerer Zahl anstecken. Bei E-Spritzmitteln tritt das jedoch nicht ein. Nach BRÖKER (1950) sind die E-Mittel nur in den ersten 3 Tagen für die Bienen gefährlich, während die Herstellerfirma (nach KLOFT 1950) bereits 24 Stunden nach einer Blütenbehandlung keine ernsthafte Gefahr mehr für die Bienen sieht. Bei Freilandversuchen, die BRÖKER (1950) kurz vor der Blüte anstellte, erhielt er keine Bienenschädigungen, ein Zeichen, daß das Gift durch die Blütenhülle nicht in die Blüte dringt. Wie BRÖKER berichtet, wurden die meisten Bienenschäden des Jahres 1950 durch E-Mittel hervorgerufen. Mit E-Mitteln behaftete Bienen werden nach LEPPIK (1949) von den Stockgenossen abgewehrt, so daß es am Flugloch zu Raufereien kommt. Nach EVENIUS (1949) ist die Wirkung der CBHo-Präparate auf die Bienen im Laboratorium außerordentlich stark. Weiteres darüber ist noch nicht bekannt.

Am gefährlichsten für die Bienen sind die Arsenmittel, vor allem die Arsenstäubemittel. Sie gehören zu den schwersten Bienengiften. Liegt doch nach HIMMER (1933) die Dosis letalis minima bei 0,2—0,3 γ As_2O_3 (0,15—0,23 γ met. As), nach SCHULZ (1941) der „Grenzwert" der Vergiftung bei 0,1 γ met. Arsen. Nach HÄFLIGER (1950) scheint die Giftigkeit des Kalziumarsenats ähnlich der anderer Insektizide (Veratrin, Nikotin, Pyrethrum, Derris, DDT) von der Temperatur abhängig zu sein. Sie betrug bei 36° C 3 γ, bei 20° C 10 γ. Die Giftigkeit scheint also mit steigender Temperatur zuzunehmen. Praktisch dürfte das jedoch wenig von Bedeutung sein.

Obschon die Anwendung der Arsenmittel stark zurückgegangen ist, werden sie dennoch häufig vor allem gegen die Obstmade, gegen den Rapsglanz- und Kartoffelkäfer (in fester wie in flüssiger Form) verwendet. Allzuoft erfolgt bei dieser Gelegenheit eine Bespritzung von blühendem Unterwuchs, eine Bestäubung von blühendem Raps oder eine Bespritzung von blühendem Unkraut (z. B. Hederich) in den Kartoffel-

feldern. Die Bienen tragen in solchen Fällen das Arsen mit dem Blütenstaub in den Stock ein, woran sich dann die jungen Stockbienen vergiften. Aber auch die Flugbienen werden in Mitleidenschaft gezogen. Auf diese Weise können leicht ganze Völker zugrunde gerichtet werden. Meist bleibt schließlich die Königin mit einer Handvoll Bienen übrig (Himmer 1933).

Bei Vergiftungsfällen ist es ratsam, den vergifteten Pollen nach Möglichkeit aus den Stöcken zu entfernen. Svoboda und Peterka (1937) empfehlen, die vergifteten Völker mit einer Eisenhydroxydlösung (10 ccm 0,5%ige Lösung auf 1 l Zuckerlösung) zu füttern.

5. Giftnachweis

Der Giftnachweis in eingegangenen Bienen bereitet noch manche Schwierigkeiten. Von Stute (1948) und von Bröker (mdl. Mitteilung) wurde der Chlorgehalt der DDT-, Hexa- und 2,4-D-Mittel herangezogen. Angesichts der weiten Verbreitung des Chlors und der Unmöglichkeit, diese drei Mittel auf diese Weise voneinander zu unterscheiden, werden neuerdings auch biologische Methoden empfohlen (Wiesmann 1950*) und Wahlin (s. Johnson 1950). Der Nachweis von E-Mitteln ist auf dem Wege des Nachweises ihrer Nitrogruppe möglich (Kloft 1950). Der Nachweis von Arsen nach Marsh (Vorprobe nach Gutzeit) bereitet keine Schwierigkeiten. Eine einfache kolorimetrische Methode (nach Gutzeit) wurde von Zäch (1945) angegeben.

6. Möglichkeiten des Bienenschutzes

Die Interessen der Imker werden neuerdings in Deutschland durch eine Verordnung zum Schutze der Bienen wahrgenommen. Dieselbe verbietet grundsätzlich die Behandlung blühender Bienenpflanzen mit bienentötenden Mitteln unter Zulassung wirtschaftlich bedingter Ausnahmen. In Fällen, wo blühende Bienenpflanzen ausnahmsweise behandelt werden müssen, ist rechtzeitige Benachrichtigung der Imker vorgeschrieben. Eine Lücke besteht noch bei Behandlung nichtblühender Pflanzen, z. B. von Obst und Hopfen gegen honigtauabsondernde Pflanzenläuse. Die Anwendung von mindergefährlichen Mitteln wie Nikotin- oder Derrisspritzmitteln sollte in solchen Fällen vorgeschrieben werden.

Muß in Ausnahmefällen eine Behandlung durchgeführt werden, bei der Bienengefährdung zu erwarten ist, so dürfte ein Abtransport aller im Umkreis von 3 km befindlichen Bienenvölker die einzige Möglichkeit sein, diese sicher zu schützen. Ein Einsperren der Völker wird sich nur ausnahmsweise bei kühlem Wetter und auf kurze Zeit ermöglichen lassen. Im allgemeinen sind damit mehr Umstände verknüpft (absolut dunkel und kühl stellen, tränken, Luft geben) als mit einem Transport. Bei der Maikäferbekämpfung in der Schweiz brachte das Einsperren der Völker große Verluste (B. Abtlg. Liebefeld 1950).

Minderhoud (1950) gibt den in den Raps wandernden Imkern entsprechend den oben angegebenen Erfahrungen folgende Ratschläge:

1. Wandere nicht zu früh zu den Rapsfeldern (da vielfach zu beginnender Blüte noch bestäubt wird! Der Verfasser.)!

*) Mitt. aus der Biol. Zentralanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, H. 70, S. 107—108, Febr. 1951 (Ref. Imkerfreund 6, H. 7, S. 222, 1951).

2. Stelle die Völker nicht mitten hinein, sondern mindestens 100 m entfernt auf.
3. Schließe die Fluglöcher am Abend vor der Bestäubung und halte sie geschlossen, bis die Bestäubung in der Nachbarschaft vorüber ist.
4. Entferne die Völker zeitweise, wenn nur einzelne Felder vorhanden sind, die bestäubt werden sollen (Da die Bienen keine Möglichkeit haben auszuweichen. Der Verfasser.).

Die Schäden, die der Bienenzucht alljährlich durch unsachgemäße Schädlingsbekämpfung zugefügt werden, sind ganz erheblich. Nach HIRSCHFELDER (1950) wurden im Jahre 1949 in Bayern fast 7000 Völker, d. h. über 1% aller Völker durch Schädlingsbekämpfungsmittel mehr oder weniger stark geschwächt. Die meisten Schäden traten in der Zeit von Ende April bis Mitte Mai und zwar zu 80% bei der Bekämpfung von Rapsschädlingen ein. Ende Juni bis Anfang Juli kam nochmals eine Reihe von Fällen, die auf die Kartoffelkäferbekämpfung zurückzuführen waren.

Die von BRÖKER (s. PALM 1950) im Auftrage des Deutschen Imkerbundes geleitete chemische Untersuchungsstelle erhielt im Jahre 1950 nicht weniger wie 467 Proben von eingegangenen Bienen. Dieselben verteilten sich auf die Monate:

März mit . . .	1,2%	Juli mit . . .	12,0%
April	19,2%	August	3,7%
Mai	43,4%	September . . .	2,8%
Juni	18,9%		

Beteiligt waren die Pflanzenschutzmittel

E 605	mit	50,3%
Chlorhaltige Insektizide (DDT- und Hexamittel)		47,8%
Sonstige Mittel (U 46 usw.) . . .		0,7%

Soweit bekannt, entfielen auf die Behandlung von

Raps und Rübsen	77,3%	
Obst	8,0%	
Senf	5,0%	
Unkraut	3,0%	
Sonstige Pflanzen	3,7%	aller Fälle.

Demnach entstehen also die Hauptschäden bei der Bekämpfung von Rapsschädlingen. Dazu traten in der letzten Zeit besonders in der Schweiz Bienenverluste durch Maikäferbekämpfung auf. Dabei besteht kein Zweifel, daß Schäden meist leicht vermieden werden könnten. Aufklärung tut also not. Sehr wesentlich dürfte in Zukunft die Anordnung dazu beitragen, daß bienenschädliche Pflanzenschutzmittel mit dem Vermerk „Achtung, bienengefährlich" versehen sein müssen.

7. Weitere Entwicklungsmöglichkeiten

Die Frage, ob man Bienen durch Abschreckmittel von behandelten Pflanzen fernhalten kann, ist schon mehrfach geprüft worden (v. DEHN 1942, EVENIUS 1948 b). Hygroskopische Stoffe wie Magnesiumchlorid (12%) können vielleicht bei der Kartoffelkäferbekämpfung Verwendung finden. Geruchsstoffe dagegen hielten nicht lange genug vor. Nach

Hildreth (1945) sollen die Bienen durch pulverförmigen Kampfer abgeschreckt werden können.

Aussichtsreicher erscheint die Suche nach weiteren spezifisch wirkenden Mitteln vor allem gegen Rapsschädlinge, die für die Bienen mindergefährlich oder unschädlich sind. Hier sollte sich Industrie und Forschung in verstärktem Maße einsetzen.

Literatur

Bienenabteilung Liebefeld: Bienenverluste durch Maikäferbekämpfung. Schw. Bztg. H. 9, S. 406, 1950.

Böttcher, F. K.: Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzenschutzmitteln auf die Bienen. I. Teil: Untersuchungen einiger chemischer Hederichbekämpfungsmittel auf die Bienen. Diss. Erlangen 1935. (S. a. Deutscher Imkerführer *9*, H. 5, S. 154 und H. 10, S. 296, 1935.)

— — II. Teil: Die Wirkung des Nikotins auf die Bienen. Die Gartenbauwissenschaft *12*, H. 2, S. 234—262, 1938.

— — III. Teil: Die Wirkung von Pyrethrum auf die Bienen. Z. f. angew. Ent. *25*, H. 3, S. 419—441, 1938.

— — IV. Teil: Die Wirkung von Derris auf die Bienen. Z. f. angew. Ent. *25*, H. 4, S. 681—702, 1939.

— — Die Wirkung der chemischen Schädlingsbekämpfung auf die Bienenzucht. Ein Rückblick auf Vergiftungsfälle, wissenschaftliche Untersuchungen und deren Methodik. Anz. f. Schädlingskunde *13*, H. 9, S. 110 und H. 10, S. 121, 1937.

Bröker, W.: Das Unkrautbekämpfungsmittel U 46 und die Bienen. (Der Imkerfreund *5*, 1, S. 8, 1950.)

— — Thiodiphenylamin, ein Schädlingsbekämpfungsmittel ohne Bienengefährdung. (Der Imkerfreund *5*, 2, S. 19, 1950.)

— — E 605 und die Bienen. Eine Antwort auf viele Fragen. (Der Imkerfreund *5*, 8, S. 148, 1950).

Butler, C. G., Finney, D. J. und Schiele, P.: Experimente on the poisoning of honeybees by insecticidal and fungicidal sprays used in orchards. Ann. appl. Biol. *30*, 1943, S. 143—150 (Ref. Mayer, K.: Bienen und Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst n. F. *4*, S. 201, 1950. Ref. The Bee World *31*, S. 52, 1950.

v. Dehn, M.: Besteht die Möglichkeit, die Bienen am Besuch arsenbehandelter Pflanzen zu verhindern? Z. Angew. Ent. 29, S. 282—308, 1942.

Eckert, J. E.: Injury to bees by Poisoning. In: Grout, R. A.: The hive and the Honey Bee. Hamilton, III. 1949.

Evenius, J.: Zur Wirkung von Kontaktgiften auf die Honigbienen. Badische Bztg. *3*, 1, S. 7 und 2, S. 16, 1948a.

— — Gefährdung der Bienenzucht durch Kontaktgifte. Anz. f. Schädlingskunde *21*, S. 37, 1948b.

— — Zur Frage der Bienenschäden durch Pflanzenschutzmittel. Z. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz *56*, S. 287—289. 1949.

Evenius, J. u. Stute, K.: Zur Frage der Schädigung der Honigbienen durch giftige Pflanzenschutzmittel. Anz. f. Schädlingsk. *22*, S. 123—124, 1949.

Filmer, R. S.: Cranberry pollination studies. Amer. Cranberry. Growers' Assoc. Proc. 8th Ann. Convention S. 14—20, 1949. (Ref.: The Bee World *31*, H. 8, S. 64.)

Gäbler, H.: Wie wirkt eine Forstschädlingsbekämpfung auf Bienen? Der Imker 2, S. 197/198, 1947 (Ref. Thiem, Bad. Bztg. 2, H. 10, S. 6, 1947).

Goble, G. F. und Patton, R. L.: The mode of toxic action of dinitro compounds on the honey bee. Journal Econ. Ent. 39, H. 2, 177—180, 1946 (Ref. Eckert 1949).

Goetze, G.: Maßnahmen des Pflanzenschutzes ohne Bienengefährdung. Deutscher Imkerführer *14*, 4, S. 55, 1940/41.

Guilhon, M. J.: La Revue Française d'apiculture. August/September 1948. (Ref. von E. Herold, Imkerfreund *3*, 12, S. 124, 1948.)

Hammer, O. und Karmo, E.: Studier over de kemiske Plantebeskyttelsesmidlers Giftighed overfor Honningbier. Tidssk. Planteavl. 51, S. 247—309, 1947.

Hammer, O.: Om Hormonforgiftningerne i Praksis. Ugeskrift for Landmoend Nr. 17, 1950.

Häfliger, E.: Der Einfluß der Temperatur auf die Giftwirkung des DDT bei Honigbienen (*Apis mellifica* L.). Experientia *4*, 6, S. 223, 1948.

— — Beitrag zur Frage Insektizide und Bienen. Vergleichsversuch mit Gesarol- und Hexastäubemittel. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) und Pflanzenschutz *56*, 5/6, S. 201—204, 1949.
— — Comparative toxicity of varions insecticides to the honeybee. J. Ec. Ent. *42*, 3, S. 523—528, 1950.
Hildreth, A. G.: A new bee repellent for poison dusts and sprays. Amer. bee Journal *85*, S. 198, 1945 (Ref. bei Mayer).
Himmer, A.: Über die Einwirkung arsenhaltiger Stäubemittel auf die Bienen. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e. V. auf der 9. Mitgliederversammlung zu Erlangen vom 1.—4. Oktober 1933. Berlin 1934, S. 94.
Hirschfelder, H.: Gefährliche Wochen für unsere Bienen. Imkerfreund *5*, 5, S. 49—53, 1950.
Hocking, B.: The Honeybee and agricultural chemicals. The bee world *31*, 7, S. 49 bis 53, 1950.
Johnsen, P.: Forsog med Hormonmidlernes Giftighed for Bier. Ugeskrift for Landmoend Nr. 16, 1950.
Kaeser, W.: Zur Frage einer temperaturbedingten Widerstandsfähigkeit der Honigbiene (*Apis mellifica* L.) gegenüber dem Kontaktinsektizid DDT (Gesarol). Anz. f. Schädlingsk. *21*, S. 129—132, 1948.
Kloft, W.: Nachweis von E 605 — Vergiftungen bei Bienen. Imkerfreund *5*, 1, S. 8, 1950.
Knowlton, G. F.: Bees and the newer insecticides. Utah State Agric. Coll. Extn. Service, Mimeo. Ser. Nr. 21, 1949. (Ref.: The Bee World *31*, H. 2, S. 16, 1950.)
Leppik, E.: Die durch Insektengifte hervorgerufenen Verwirrungserscheinungen bei Honigbienen. Z. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz *57*, S. 43—46, 1950.
Loewel, E. L. und Seemann, F.: Das Verhalten der Bienen gegenüber den gebräuchlichen Spritzmitteln des Obstbaues. Forschungsdienst *12*, 1, S. 75—87, 1941.
Louveaux, J.: Etudes sur la toxicité et le pouvoir répulsif vis-à-vis de l'abeille de divers insecticides. La revue française d'apiculture. Novembre 1949.
Marcus, B. A.: Über die Wirkung von Kontaktbestäubungsmitteln auf Bienen im Freiland. Anz. f. Schädlingskunde *13*, 10, S. 118—121, 1937.
Maurizio, A.: Bienenzucht und Schädlingsbekämpfung. Schweiz. Bztg. H. 7, S. 329, 1949.
Mayer, K.: Bienen und Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutz N. F. *4*, S. 201—205, 1950.
Minderhoud, A.: Het gevaar voor bijen van koolzaadbestuivingen. Die Gefahr der Rapsbestäubung (*Brassica napus var. oleifera*) für die Bienen. (holl.) Maandschr. Bijent. 2, S. 24—26, 1950. (Ref.: The Bee World 31, H. 7, S. 56).
Palm, O.: Das Unkrautbekämpfungsmittel U 46 in seiner Auswirkung auf die Bienen. Imkerfreund *4*, 12, S. 224, 1949. (S. Berichtigung *5*, 1, S. 8, 1950.)
— — Über Art und Umfang der Wirkung neuerer Schädlingsbekämpfungsmittel auf die Bienen. Imkerfreund *4*, 12, S. 222—223, 1949.
— — Entgegnung an die Bayer-Pflanzenschutzabteilung. Imkerfreund *5*, S. 176, 9, 1950.
Palmer-Jones, T.: Chemical weedkillers and the beekeeping industry. N. Z. J. Agric. 80, 129—132, 1950. (The Bee World *31*, 8, S. 64.)
Schimke, H.: Über die Giftigkeit einiger arsenfreier Bekämpfungsmittel für die Bienen. Verh. Deutsch. Ges. angew. Ent. a. d. 9. Mitgl. Vers. Erlangen 1933.
Schneider, F.: Über die Vergiftung der Bienen mit Dinitrokresol und das Auftreten von Tänzen als Reaktion auf die Verteilung des Giftes im Stock. Mitt. d. Schw. Ent. Ges. *22*, 3, S. 293—308, 1949.
Schulz, H.: Beiträge zur Arsenempfindlichkeit der Honigbiene unter besonderer Berücksichtigung des Grenzwertes der Vergiftung. Z. f. angew. Ent. 27, S. 655—666, 1940.
Stute, K.: Nephelometrische Chlorbestimmung an DDT-vergifteten Bienen. Badische Bztg. *3*, 8, S. 91, 1948.
Svoboda und Peterka: Eisenhydroxyd als Mittel gegen Arsenvergiftungen bei Bienen. (Ref.: The Bee World *19*, S. 21, 1938) 1937.
Thiem, H.: Ist Gesarol für die Bienen schädlich? Bad. Bztg. *1*, 2, S. 7 und 3, S. 7, 1946.
— — Über Erfolge bei der Bekämpfung der Pflaumensägewespe. Forschungsdienst *3*, H. 7, S. 357—368, 1937.
Todd, F. E., Liebermann, F. V., Nye, W. P. und Knowlton: The effect of field applications of insecticides on honeybees. Agrc. Chem. *4*, H. 8, S. 27—29 und 77, 1949. (The Bee World 31, H. 8, S. 63, 1950.)
Zäch, C.: Über einen Fall von Bienenvergiftung durch Arsenspritzmittel im Feldbau. Schw. Bztg. 68, 1, S. 20, 1945.

Aus dem Institut für angewandte Zoologie

Nonnenbekämpfung mit neuzeitlichen Mitteln

Von

Franz Groschke, München

Die bedenkliche Vermehrung der Nonne, *Lymantria monacha* L. 1948 in den Gemeindewäldern von Stockstadt und Großostheim bei Aschaffenburg, veranlaßten damals den Leiter des Instituts für angewandte Zoologie, Professor Dr. Zwölfer, die Durchführung einer Bekämpfungsmaßnahme anzuregen. Die rund 300 ha große Fläche umfaßte im wesentlichen 30- bis 70jährige Kiefern mit unterständigen Fichten.

Obschon die Kiefer dank ihrer ausgezeichneten Wiederbegrünungsfähigkeit nach früheren Erfahrungen des Instituts einem einmaligen Kahlfraß durch Nonne gewachsen gewesen wäre, erschien doch im vorliegenden Fall die Bekämpfung angebracht wegen des auffallend hohen Standes des großen Waldgärtners, *Myelophilus piniperda* L., im Nonnengebiet. Dieser hätte späterhin als Sekundärschädling eine ernste Bedrohung für die durch stärkeren Nonnenfraß geschwächten Kiefern ergeben. Auch der Rettung des Fichtenunterstandes wegen war die Aktion erwünscht.

Ihre technische Durchführung lag in Händen von Forstmeister Kurt Thielmann, Bodenwöhr, die biologische Überwachung, ebenso die Erfolgskontrolle wurde dem Verfasser übertragen.

Über die technischen Einzelheiten der Bekämpfung hat Thielmann (1949) bereits eingehend berichtet, so daß hier nur von bemerkenswerten Beobachtungen die Rede sein soll, die mit ihrer biologischen Kontrolle in Zusammenhang stehen. Lediglich zur Orientierung sei bemerkt, daß sie infolge der allgemeinen Lage, in der sich Deutschland seiner Zeit befand, mit fünf selbstfahrenden Motorverstäubern der Firma Holder durchgeführt werden mußte. Es konnte deshalb auch nur ein staubförmiges Insektizid zur Anwendung gebracht werden.

Zur Wahl standen dafür auf Hexachlorcyclohexan- und Dichlordiphenyltrichlormethylmethan-Basis aufgebaute Mittel, wobei die dem Institut aus früheren Laboratoriums- und Freilandversuchen (Ramsau 1947) bei Nonne zur Verfügung stehenden Erfahrungen zugunsten der DDT-Mittel sprachen. Zudem hatte das Institut mit diesen in vorausgehenden größeren Freilandbekämpfungsaktionen gegen Kieferneule (1947 bei Erlangen) und Kiefernspanner (1943 bei Selb) bereits ausgezeichnete Erfahrungen gemacht, während ein Freiland-Großversuch auf rund 100 ha mit Hexa-Mitteln gegen Kieferneule (Erlangen 1947) zu einem Mißerfolg geführt hatte. Dies gab Veranlassung, das Schwergewicht der Bekämpfung bei Aschaffenburg auf das damals allein im Handel erhältliche staubförmige DDT-Präparat „Gesarol“ (mit 5% Wirkstoffgehalt) zu legen. Daneben wurde als Großversuch mit HCH-Mitteln auf 25 ha das Präparat Viton (mit 6,5% Wirkstoffgehalt) eingesetzt.

Die Art und die sehr geringe Anzahl der zur Verfügung stehenden Bekämpfungsgeräte bedingte es, daß die zu bearbeitende Fläche möglichst beschränkt gehalten werden mußte. Um alle Bestandesteile von der Bekämpfung ausschalten zu können, in denen ein Vorgehen gegen den Schädling nicht unumgänglich notwendig war, wurden deshalb kurz vor Beginn der Aktion und z. T. noch während derselben Raupenbelagskontrollen durchgeführt, die auch gleichzeitig einen genauen Überblick über den Entwicklungsstand der Nonnenpopulation gaben. Es wurde dabei zunächst versucht, in der althergebrachten Weise Probestämme auf Zeltplanen zu fällen. Als Arbeiter standen jedoch nur Bauern zur Verfügung, die an den Waldungen Nutzungsrecht besaßen. Diese fällten besonders in etwas höheren Beständen nur einen geringen Teil der vorgemerkten Probestämme so, daß ein genügend großer Teil der Kronen auf die Zelttücher zu liegen kam. Es wurde deshalb schnell klar, daß man viel Holz unnötig einschlagen mußte und vor allem sehr viel Zeit verlieren würde, wenn man auf solche Weise zu brauchbaren Kontrollergebnissen kommen wollte. Vom dritten Tage an wurden darum Fällungen nur noch in den schwächsten Beständen vorgenommen, während stärkere Probestämme stehend entastet wurden.

Hierfür wurde die gesamte von der Krone des Baumes überdachte Bodenfläche mit Zeltplanen belegt. Darauf erkletterte ein mit einer Baumsäge ausgerüsteter Arbeiter mit Steigeisen den Stamm. Von unten nach oben sägte er die Äste ab, ließ sie auf die Planen fallen und kappte schließlich den obersten Wipfel. Auf diese Weise wurde von jedem Probestamm risikolos die gesamte Raupenpopulation auf den Zelttüchern gesammelt, während beim Fällen immer ein Teil verloren ging, ehe die Krone auf die Unterlagen aufschlug. Selbst bei vorsichtigem Arbeiten ohne Axt gingen vor allem an Kiefern stets Raupen bereits zu Boden, ehe der Baum fiel, und weitere folgten, wenn seine Zweige andere Kronen auch nur leicht streiften. Einen noch größeren Vorteil bot das Entasten dadurch, daß man die Probestämme genau dort wählen konnte, wo man sie brauchte, d. h. daß man nicht mehr gezwungen war, im Bestandesinneren erst nach Haugassen zu suchen. Und während man durch Fällen in Haugassen gewissermaßen kleine Lücken im Bestande noch vergrößerte — zumal wenn der erste Probestamm nicht richtig fiel und ein zweiter oder gar dritter nachgeschlagen werden mußte, konnte man nun die Probestämme eher nach forstlichen Gesichtspunkten herausnehmen. Bei Kiefern benötigte dabei das Entasten der Probestämme kaum mehr Zeit als das Zielfällen, während es bei Fichten ein Mehrfaches der für eine Fällung nötigen Zeitspanne beanspruchte. Praktisch spielte das jedoch keine Rolle. Während nämlich die jungen Nonnenraupen bis zur 3. Häutung von Kiefernästen bis zu 90% abgeprellt werden konnten, war dies bei Fichtenästen in weit geringerem Maße der Fall. Diese mußten deshalb alle einzeln abgesucht werden, so daß es belanglos war, ob sie sich rascher oder langsamer am Fuße des Stammes sammelten, denn selbst eine größere Zahl absuchender Personen konnte das Arbeitstempo des Steigers nicht mithalten. Das Absuchen besorgten Waldarbeiterinnen. Ein Steiger arbeitete mit einer Gruppe von Sucherinnen, deren Zahl je nach der Größe der Probestämme verändert wurde.

Die überwiegende Menge der Zählungen wurde jedoch an Kiefern vorgenommen. Hier arbeitete ein Steiger mit zwei Suchergruppen, die aus je 10 bis 12 Schulbuben und einer Aufsichtsperson bestanden. Hatte der Steiger den Wipfel herabgeworfen, so wurden dessen starke Äste von der Aufsichtsperson abgeschlagen und danach sämtliche Äste über den Zeltplanen nochmals geprellt, obwohl bereits beim Aufschlagen derselben fast sämtliche Raupen abgefallen waren. Darauf knieten sich die Buben an einer Seite der Planen nieder und bewegten sich in einer Reihe nebeneinander auf Knien und Händen über die Zeltdecken nach der gegenüberliegenden Seite, wobei sie die ihnen begegnenden Raupen mit einem Stock zerdrückten und beim Zerdrücken zählten. Die bei dem Zählen übersehenen Raupen betrugen noch nicht 5%, so daß das Gesamtfehlerprozent zwischen 10 und 15 lag. In dieser Höhe bewegte sich auch das Übersehprozent bei den Raupenzählungen an Fichtenästen. In der Zeit, in der die eine Gruppe die Raupen auf ihren Zeltplanen zählte, entastete der Steiger den nächsten Probestamm für die andere Rotte.

Alle drei Tage wurden vor einigen Zählungen mehrere hundert Raupen zur Kontrolle des Entwicklungsstandes vom Verfasser selbst eingesammelt, um zu vermeiden, daß für diese Übersichtsserien etwa die besonders auffälligen Tiere der jeweils fortgeschrittensten Stufe bevorzugt aufgelesen wurden.

Diesen Untersuchungen zufolge richtete sich die Bekämpfung, die bei ausgesprochenem Hochdruckwetter vom 18. bis 28. Mai 1948 auf einer

Fläche von rund 275 ha mit im Mittel 53 kg „Gesarol" pro Hektar durchgeführt wurde, auf den Kiefern — und damit in der überwiegenden Mehrzahl — hauptsächlich gegen Raupen des II. Stadiums, auf den Fichten gegen solche des III. und IV. Stadiums.

Die Erfolgskontrolle wurde mit der üblichen Kottafelmethode[1]) und durch Entastungen geführt. Sie ergab, in den einzelnen Abteilungen jeweils 6 Tage nach der Begiftung errechnet, eine mittlere Abtötungswirkung von 98,2% (max. 100%, min. 86%)[2]).

Nicht mit einbezogen sind in dieser Zahl die Abtötungserfolge von drei Abteilungen, in denen aus technischen Gründen nur Randbestäubung durchgeführt werden konnte. Von vornherein war es klar, daß in diesen nur ein geringer Teil der Gesamtpopulation der Nonnenraupen vernichtet würde. Aber gerade bei einer reinen Randbestäubung mußte sich die Reichweite der Motorverstäuber bei Verwendung von Gesarolstaub feststellen lassen. Die Tatsache, daß in einer Entfernung von 18 m von der Fahrspur des Verstäubers noch ein Abtötungserfolg von im Mittel 80,7% verzeichnet werden konnte, während er in 25 m Entfernung nur mehr zwischen 33,8% und 0% schwankte, ließ eindeutig erkennen, daß in diesem letzten Abstande die absolute Grenze des Wirkungsbereiches der Holderverstäuber auch bei Verwendung von Gesarolstaub liegt, wie dies bereits für die früher gebräuchlichen Stäubemittel bekannt war.

Damit entsprachen alle bei der mit DDT durchgeführten eigentlichen Bekämpfung gemachten Beobachtungen den ursprünglichen Erwartungen. Anders war es jedoch bei dem mit HCH vorgenommenen Bekämpfungsgroßversuch. Dieser wurde mit im Mittel 50 kg „Viton" pro Hektar in den frühen Morgenstunden des 19. 5. 48 unter idealen meteorologischen Verhältnissen in einem rund 30 ha großen Kiefernreinbestand im südlichen Teil der Abteilung „Hochsee" des Oberhübnerwaldes von Stockstadt in die Wege geleitet. Lediglich an einem an der Westseite entlangführenden Wege war der Kiefernbestand von Fichten verschiedenen Alters gesäumt. An diesen letzten wurde am Schluß der Bestäubung mit schräg gestelltem Verstäuberrohre besonders langsam entlanggefahren, so daß sie mit mindestens der dreifachen Menge Vitonstaubes eingehüllt wurden wie die Kiefern.

Am 25. 5. 48, also sechs Tage nach der Begiftung zeigten die Kottafeln, die hier selbstverständlich unter Kiefern ausgelegt waren, einen mittleren Abtötungserfolg von 99,6% an. Im ersten Augenblick überrascht die Höhe dieser Zahl außerordentlich, indessen konnte sie überzeugend erklärt werden.

Eine Münchener Firma wollte am 20. 5. 48 ein von ihr entwickeltes HCH (Viton)-Nebelverfahren auf seine Wirksamkeit gegen Nonnenraupen in einem größeren Freilandversuche erproben. Da mit der neuen

[1]) Anmerkung: Die Kottafeln wurden, so weit es möglich war, unter Fichten ausgelegt. Einmal ist bekanntlich die Kotproduktion der Nonnenraupe an Fichte stärker als an Kiefer, und zum anderen wird der Kotfall in den meist bis in Bodennähe beasteten unterwüchsigen Fichten weniger durch Wind und leichten Regen beeinflußt als in dem freien Raume unter Kiefernkronen. Diese beiden Tatsachen begünstigen die Erfolgskontrolle durch die Kottafelmethode gerade unter Fichten, und es ist unverständlich, weshalb Ulrich (1949) bemerkt, die Kotkontrolle sei unter Fichten unzuverlässig.

[2]) Anmerkung: Aus Gründen der Raumersparnis wird an dieser Stelle auf Tabellen verzichtet. Die Unterlagen für die gemachten Angaben können jederzeit beim Institut für angew. Zoologie, München, eingesehen werden.

Bekämpfungsmethode größere Höhen als mit dem Motorverstäuber erreicht werden sollten, die den Giftstaub bis in bestenfalls 23 m Höhe brachten, wurden für diese Vernebelung die beiden westlich von „Hochsee" gelegenen Abteilungen „Saubusch" und „Birkengrund" vorgesehen. In diesen betrug die Kronenhöhe der Bestände über 25 m, so daß sie von der eigentlichen Bekämpfung hatten ausgeschlossen werden müssen, obwohl für sie am 7. 5. 48 eine mittlere Befallsdichte von 2800 Nonnenraupen pro Kiefernkrone festgestellt worden war. Da von dem Ausgang des Nebelversuches sehr viel abhing, wurden am 19. 5. 48 nochmals Probezählungen in der Abteilung „Birkengrund" durchgeführt. Dabei zeigte sich die überraschende Tatsache, daß die mittlere Befallsdichte pro Kiefernkrone jetzt nur noch 260 Nonnenraupen betrug. Darüberhinaus waren diese „Resttiere" gegenüber Raupen in anderen Bezirken des Stockstadter Revieres offensichtlich in der Entwicklung zurückgeblieben. In ihren Lebensäußerungen verhielten sie sich jedoch normal. Die unterwüchsigen Fichten waren im Gegensatz dazu noch so stark besiedelt wie bei der ersten Kontrolle und die daran gefundenen Raupen in ihrer Entwicklung ebenso weit fortgeschritten wie an den Fichten anderer Abteilungen.

Auf Grund dieser Beobachtungen wurden sofort am 19. 5. 48, d. h. an dem Tage, an dem der Viton-Stäubeversuch eingeleitet worden war, in den noch unbegifteten nördlichen Teilen der Abteilung „Hochsee" Probezählungen durchgeführt. Bei diesen wurde zwar noch dieselbe Befallsdichte von 1000 Raupen pro Kiefernkrone festgestellt wie am 8. 5. 48, doch war ein Teil von ihnen krank oder bereits mumifiziert. Die kranken Tiere waren sehr träge, stark geschrumpft, und fraßen nicht mehr.[3]) Der Anteil solcher Raupen und bereits abgestorbener an der Gesamtmenge nahm von Westen nach Osten zu ab, so daß anzunehmen war, daß die eigenartige Krankheit gerade begonnen hatte, sich in dieser Richtung auszubreiten, oder aber daß die Disposition der Raupen im Bereiche der oben genannten Abteilungen von West nach Ost geringer wurde. Die letzte Vermutung ist dabei wahrscheinlicher, da ähnlich erkrankte Raupen auch später in keiner weiteren Abteilung gefunden werden konnten.

Nach diesen Feststellungen wurden am 21. 5. 48, also zwei Tage nach der Bestäubung, in dem Vitonversuchsbestand Probezählungen durchgeführt. Diese ergaben einen mittleren Abtötungserfolg von 67% im SO über 97,2% in der Mitte zu 100% im NW. Von den noch lebenden 33% der Raupen aus dem SO des Versuchsbestandes wurden 350 eingezwingert und mit frischen Fichtenzweigen gefüttert. Von diesen Tieren lebten am

3) Anmerkung: Da Verfasser bei der Bekämpfungsaktion im Raum Aschaffenburg alle Arbeiten für die biologische Überwachung ohne jede Hilfskraft selbst erledigen mußte, war es nicht möglich, Untersuchungen zur Klärung der Ursache der Erkrankung an Ort und Stelle durchzuführen. Das für eine spätere Untersuchung im Labor deponierte Raupenmaterial wurde durch einen unglücklichen Zufall im Quartier vernichtet, so daß die damals aufgetretene Krankheit nicht diagnostiziert werden kann. Das Erscheinungsbild war jedoch so ähnlich dem von JANISCH (1938) für eine Erkrankung von Nonnenraupen durch Infektion mit *Aspergillus versicolor* (VUILL.) TIRAB. angegebenen, daß man annehmen darf, daß es sich bei der Raupenerkrankung im Stockstadter Walde um eine ähnliche Mykose gehandelt hat. Dafür spricht weiterhin die Tatsache, daß sie auf die Abteilungen „Saubusch", „Birkengrund" und „Hochsee" beschränkt blieb und nur bei an Kiefern lebenden Raupen auftrat, so daß sie eine besondere Disposition voraussetzte, wie dies ebenfalls JANISCH (1938) für die von ihm festgestellte Pilzerkrankung notwendig fand.

25. 5. 48 noch 286, das sind 26,9% der ursprünglichen Bestandspopulation, die gesund und wohlgenährt aussahen und sich völlig normal verhielten. Demgegenüber ergaben jedoch an diesem Tage Probezählungen, die an derselben Stelle durchgeführt wurden, von der die eingezwingerten Raupen stammten, einen Abtötungserfolg von 99,6%. Die gleiche Wirkung zeigten an diesem Tage auch die inzwischen wieder ausgelegten Kottafeln für die Vitonbestäubung in der ganzen Versuchsabteilung an.

Aus diesen Beobachtungen ging bereits klar hervor, daß HCH-Staub gegen Nonnenraupen einen durchschlagenden Erfolg haben kann, daß dafür jedoch besondere Bedingungen vorliegen müssen. Es sollte dies jedoch noch weiter erhärtet werden. Zu diesem Zweck wurde von den bereits erwähnten besonders stark bestäubten Fichten am Westrande der Versuchsabteilung ein etwa 7 m hohes, unterwüchsiges Bäumchen auf seinen Raupenbestand untersucht. Die Zählung ergab 263 völlig gesunde Tiere des III. und IV. Stadiums, obwohl noch jetzt, 6 Tage nach der Bestäubung, beim Niederfallen ganze Wolken Vitonstaubes aus den Ästen der Fichte aufstoben. Zur Kontrolle wurden in der mit DDT-Staub behandelten Nachbarabteilung „Wehrlache" zwei etwa gleich große Fichten untersucht, die nur mit der „Normaldosis" Gesarol bestäubt worden waren, und an denen das Insektizid nur noch in Spuren direkt nachzuweisen war. Von diesen konnten nur drei Raupenkadaver gesammelt werden.

Es war nun nicht möglich gewesen, für die ganz verschieden großen unterwüchsigen Fichten in den einzelnen Abteilungen des Bekämpfungsgebietes Durchschnittszahlen für den Raupenbelag zu finden. Deshalb konnte man an Hand der bisher geschilderten Beobachtungen auch nicht einmal einen ungefähren tatsächlichen Abtötungserfolg von HCH bei „normalen Voraussetzungen" ermitteln. Dafür gab jedoch der bereits kurz erwähnte Nebelversuch Gelegenheit. Dieser wurde in den späten Abendstunden des 20. 5. 48 in der Abteilung „Dreibuchen" des Unterwaldes der Gemeinde Großostheim durchgeführt, nachdem ihm am Morgen desselben Tages ein Schauversuch in der Abteilung „Dieburgerstraße" des Oberhübnerwaldes von Stockstadt vorausgegangen war. Es wurde dabei aus Druckluftflaschen Ammoniak bzw. Sulforylchlorid unter Beimischung von 20—30% Viton abgeblasen. Der beim Zusammentreffen der Chemikalien sich bildende Rauch verbreitete sich durch Eigenbewegung, doch wurde er in weit stärkerem Maße durch die Luftbewegung weitergetragen. Bei dem Schauversuche strich er — wie man es sich wohl für eine Vernebelung vorstellt — langsam durch den Kronenraum, so daß jede Stelle etwa 6 Minuten lang von ihm umflossen war. Der eigentliche Versuch am Abend wurde nach Durchzug einer Störungsfront bei völliger Windstille durchgeführt, so daß der Rauch über 90 Minuten in ständig unverminderter Dichte im Versuchsraume schwebte. Die Erfolgskontrolle für beide Versuche mußte durch Raupenzählungen durchgeführt werden. Sie war jedoch trotzdem zuverlässig, da in den Abteilungen „Dieburgerstraße" und „Dreibuchen" die Kiefernkronen besonders gleichmäßig besiedelt waren. Sie zeigte für den Schauversuch eine mittlere Abtötung von 33%, für den Hauptversuch eine solche von 55%. Da sich bei Durchführung der Aktionen die Raupen an den kontrollierten Kiefern zu über 80% im II. Stadium befanden, darf angenommen werden, daß die gefundenen Abtötungsprozente Optimalwerte darstellen.

Acht Tage nach dem Nebelversuch, am 28. 5. 48, wurden die restlichen Bestände von „Dieburgerstraße" und „Dreibuchen" mit Gesarol bestäubt. Die Erfolgskontrolle, in „Dieburgerstraße" durch Raupenzählungen, in „Dreibuchen" mit Kottafeln geführt, ergab in der ersten Abteilung 97% und in der zweiten 91,6% mittlere Abtötung. Dies war ein ausgezeichneter Erfolg, wenn man berücksichtigt, daß in „Dieburgerstraße" die Kronenhöhe mit 23 m an der Grenze der Reichweite der Motorverstäuber lag, und wenn man weiter in Rechnung stellt, daß „Dreibuchen" ein Kiefern-Fichtenmischbestand war, in dem die Wipfel der Fichten z. T. Höhen über 25 m erreichten und Dickungen stellenweise eine gleichmäßige Bestäubung unmöglich machten.

Damit war durch die Nonnenbekämpfung bei Aschaffenburg der Nachweis erbracht, daß von den modernen Kontaktinsektiziden gegen diesen Schädling HCH für einen praktischen Einsatz nicht wirksam genug ist, DDT dagegen ein allen Anforderungen gerechtes Mittel darstellt. Infolge der allgemeinen Lage war es jedoch nicht möglich, auch Untersuchungen dahingehend anzustellen, wie weit die anderwärts hauptsächlich in der landwirtschaftlichen Schädlingsbekämpfung entwickelten Bekämpfungsmethoden auch in der Forstschädlingsbekämpfung Vorteile gegenüber der bei Aschaffenburg angewendeten bieten. Daß eine Bestäubung durch die mit dem Zusammenbruch verlorenen Spezialflugzeuge wesentlich rascher zu demselben Ziele geführt hätte, durfte dabei vorbehaltlos auch ohne Versuch angenommen werden. Von Interesse wäre jedoch gewesen zu erfahren, ob die im Auslande in der Landwirtschaft so erfolgreich von Flugzeugen und Bodennebelgeräten aus ausgebrachten Ölnebel auch in unserer Forstschädlingsbekämpfung eine Umwälzung in der Methodik bringen könnten. Neben der Tatsache, daß mit Vernebeln rascher zu arbeiten ist als mit Bestäuben, mußte man als besonders vorteilhaft in Rechnung ziehen, daß dabei nach ausländischen Berichten wesentlich weniger Wirkstoff verwendet zu werden brauchte. Wenn das Insektizid bei der Bekämpfung selbst infolge der stärkeren Dispersion im Nebel trotz geringerer Dosis dieselbe Wirkung haben sollte, so mußte es hinsichtlich der Nachwirkung einer solchen Aktion auf die Lebensgemeinschaft des Waldes sehr vorteilhaft sein, wenn man etwa statt wie bisher 2,5—3 kg des insektiziden Stoffes nur mehr etwa 1 kg pro Hektar auszubringen brauchte.

Ein bis zu einem gewissen Grade in dieser Richtung vortastender Versuch fand einige Tage nach der Nonnenbekämpfung bei Aschaffenburg in den angrenzenden Revieren von Babenhausen statt. Dort war die hessische Forstverwaltung gezwungen, ebenfalls eine Nonnenbekämpfung durchzuführen, und sie hatte dafür von der amerikanischen Besatzungsmacht zwei Spezialflugzeuge und die notwendige DDT-Öllösung gewinnen können. Hierüber berichtet ULRICH (1949) eingehend. Im Zusammenhang mit unserer Betrachtung ist von seinen Ausführungen die Feststellung von besonderem Interesse, daß die damals angewendete Methode in Fichten keinen durchschlagenden Erfolg zeitigte, während in Kiefern- und Laubholzbeständen das erreichte Abtötungsprozent völlig zufriedenstellte. Aus der Art der Darstellung muß man schließen, daß ULRICH diese Tatsache irgendwie entschuldigen zu müssen glaubt. Nach Ansicht des Verfassers ist

dies jedoch weder nötig noch möglich, da gar nichts anderes erwartet werden durfte.

Den Schilderungen von Augenzeugen nach zu urteilen, wurde bei der Bekämpfung bei Babenhausen das DDT-haltige Öl von zwei umgebauten Jagdbombern versprüht, die in schnellem Horizontalflug über die zu behandelnden Bestände flogen. Sie legten dabei eine Nebelschicht über die Kronen und erreichten damit weder eine Vernebelung des Kronen- noch etwa gar des ganzen Bestandesraumes. Es bestanden vielmehr bei dieser Art des Ausbringens eines Nebels die gleichen Verhältnisse wie bei der früher auch in Deutschland gebräuchlichen Verstäubung trockener Bekämpfungsmittel vom Flugzeuge aus: Eine Wolke feinst verteilter insektizider Substanz lag über dem Kronendach und bewegte sich dann nur unter der Einwirkung der Schwere in senkrechter Richtung von oben nach unten durch dieses hindurch, so daß sie darin wie in einem Filter aufgefangen wurde. Während aber früher bei Verwendung eines Staubes relativ zahlreiche Substanzteilchen dadurch sehr weit durch den Filter, d. h. in tiefere Schichten des Bestandesraumes gelangten, daß sie von den Maschen abrutschten, wurde nun bei Anwendung einer Flüssigkeit jedes Teilchen, das eine Masche auch nur leicht streifte, sofort festgehalten. Es ist deshalb verständlich, daß von Fichten, die einen besonders dichten Filter darstellen, die inneren und unteren Partien nur noch sehr schwach mit Giftstoff belegt wurden, woraus sich der unter diesen festgestellte geringere Abtötungserfolg erklärt.

Für Fichtenbestände und damit für die große Mehrzahl der Fälle, in denen eine Nonnenbekämpfung erforderlich ist, scheint das gewöhnliche Flugzeug demnach nicht das geeignete Gerät zur Durchführung einer Vernebelung zu sein. Ob und wie weit evtl. die anderwärts mit so viel Erfolg in der Landwirtschaft eingesetzten Hubschrauber eine bessere Wirkung erzielen können, müssen erst künftige Versuche zeigen. Heute läßt sich jedoch bereits dahingehend urteilen, daß sie bei den im mitteleuropäischen Raume gegebenen Verhältnissen kaum mehr praktische Bedeutung für Nonnenbekämpfungen bekommen dürften, selbst wenn bei ihrem Einsatz völlig befriedigende Ergebnisse erzielt werden sollten.

Inzwischen war nämlich die Bayer. Ministerial-Forstabteilung gezwungen, auf Grund der Prognosen von Prof. Zwölfer eine weitere Nonnenbekämpfung 1950 im Raume von Weiden (Opf.) durchzuführen, bei der ein Bodennebelgerät vom Typ „Tifa" der Firma Lister Todd, London, mit bestem Erfolg zum Einsatz gebracht werden konnte. Auch für diese Aktion wurde die Erledigung der technischen Belange Forstmeister K. Thielmann, Bodenwöhr, übertragen und die biologische Kontrolle vom Institut f. angew. Zoologie, München, übernommen, dessen Leiter den Verfasser mit der Einweisung und Beratung des die Kontrolle durchführenden Personals beauftragte.

Die technischen Einzelheiten des Vernebelungsverfahrens mit dem „Tifa"-Gerät hat Thielmann (1950, 1951) bereits dargelegt, so daß sich ein Eingehen darauf erübrigt. Wichtig erscheint es jedoch, die biologische Wirkung dieser bei Weiden (Opf.) erstmals gegen die Nonne angewendeten Bekämpfungsmethoden zu beleuchten.

Ehe man im großen mit ihr arbeiten konnte, mußte festgestellt werden, mit welcher Giftdosis gegen den Schädling vorgegangen werden sollte.

Es erschien dies insofern nicht ganz leicht, als es ja nicht möglich ist, den ausgebrachten Nebel etwa ähnlich wie früher den Giftstaub mit einer festgesetzten Menge über einer einigermaßen bestimmt begrenzten Fläche zur Wirkung zu bringen. Während man nämlich bei einer Bestäubung das Insektizid überall dorthin bringt, wo es wirken soll, läßt man ihm bei der Vernebelung gewissermaßen freien Lauf. Man kann dabei im voraus nicht sagen, ob es 100, 200 oder gar 500 m in den Bestand dringen wird, und wieviel von der im Gerät vernebelten Flüssigkeit in der betreffenden Entfernung wirksam wird. Dieser Sachlage wurde durch folgende Versuchsanordnung Rechnung getragen: Mit dem „Tifa"-Gerät wurde bei kaum wahrnehmbarer Luftströmung aus Westen 1100 m in Nord-Südrichtung gefahren. Dabei wurde die Geschwindigkeit des Fahrzeuges so bemessen, daß auf den ersten 300 m 1 kg DDT[4]) auf 100 m Fahrstrecke vernebelt wurde, auf der Strecke zwischen 400 und 700 m 2 kg DDT auf 100 m Fahrstrecke und zwischen 800 und 1100 m 3 kg DDT auf 100 m Fahrstrecke. Diese Dosierung wurde auf Grund der Tatsache gewählt, daß bislang bei Bestäubungen 2,5—3 kg Wirkstoff pro Hektar verwendet wurden, während anderwärts in der Landwirtschaft die Erfahrung gemacht worden war, daß bei Vernebelung bereits 1 kg DDT pro Hektar vollen Erfolg garantiert.

Der Versuch wurde in den frühen Morgenstunden des 23. 5. 50 durchgeführt. Zu seiner Kontrolle waren jeweils zwei Kottafeln in 50, 100 und 200 m Entfernung ostwärts der Fahrbahn des Gerätes in den mittleren Partien der vernebelten Bestandsstreifen ausgelegt. Am 1. 6. 50, neun Tage nach dem Versuch, zeigten sie nebenstehenden Abtötungserfolg ausgedrückt in Prozent:

DDT-Menge pro 100 m Strecke kg	Entfernung der Kottafeln vom Gerät		
	50 m	100 m	200 m
1	99,2	99,3	100
2	100	98	98,7
3	100	99	98,7

Die Tabelle zeigt wohl eindeutig, daß bereits mit einer Dosierung von 1 kg DDT auf 100 m Fahrstrecke mit dem „Tifa"-Gerät eine Vernebelung gegen Nonnenraupen mit praktisch 100%igem Erfolg durchgeführt werden kann, wobei der Nebel in 200 m Entfernung vom Gerät noch die volle Wirkung besitzt. Wieweit man deswegen jedoch davon sprechen darf, daß das Insektizid in einem Mengenaufwand von 0,5 kg pro Hektar wirksam war, wie es THIELMANN (1951) tut, mag dahingestellt bleiben. Es ist wohl die einzig mögliche Ausdrucksweise bei technisch-finanziellen Überlegungen, aber im Zusammenhang mit Betrachtungen über den biologischen Wirkungserfolg einer Vernebelung solcher Art hält es Verfasser für angebrachter, die Giftstoffmenge auf die Fahrstrecke des Nebelgerätes zu beziehen. Praktisch ist doch kaum zu kontrollieren, wieviel von dem Wirkstoff ausgefiltert ist, bis der Nebel in einer Entfernung von 200 m vom Gerät ankommt. Wenn darüber hinaus für den geschilderten Versuch bei Weiden (Opf.) die angegebene DDT-Menge auch zu einem vollen Abtötungserfolg ausreichte, so muß man dabei doch in Rechnung ziehen, daß dieser Versuch und die anschließende Bekämpfung in Kiefernbeständen mit nur verhältnismäßig lichtem Fichtenunterwuchs vorgenommen wurde. Verfasser geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß in dichteren und dichten Fichtenbeständen die Dosierung erhöht werden muß, was übrigens bei der Weidener Vernebelung stellenweise THIELMANN (1951) auch automatisch

[4]) Anmerkung: Verwendet wurde eine 10%ige Petrollösung.

tat. Tatsächlich wurde dadurch bei der Gesamtbekämpfung rechnungsmäßig rund 1 kg DDT pro Hektar verbraucht. Auf alle Fälle dürfte es sich vorerst noch empfehlen, künftigen Nonnenbekämpfungen durch „Tifa"-Vernebelung einen Orientierungsversuch vorausgehen zu lassen, der über die nötige Dosierung Aufschluß gibt.

Wenn auch das endgültige Kontrollergebnis des hier geschilderten Versuches erst neun Tage nach dessen Durchführung festgelegt wurde, so war doch die gleichartige Wirkung des Insektizids in allen drei verwendeten Dosierungen bereits wenige Stunden nach der Vernebelung einwandfrei feststellbar, so daß die am Abend des Versuchstages, 23. 5. 50, beginnende eigentliche Bekämpfung schon mit einem Mengenaufwand von 1 kg auf 100 m Fahrstrecke des „Tifa"-Gerätes durchgeführt werden konnte. Sie dauerte bis zum 7. 6. 50 und richtete sich auf rund 770 ha im wesentlichen gegen Raupen des II. Stadiums. Um einen Wirkungsvergleich mit einem bereits als erfolgreich bekannten Bekämpfungsverfahren zu erhalten, wurde gleichlaufend mit dieser Vernebelung auf einer Fläche von rund 220 ha eine Bestäubung mit Gesarol (5% Wirkstoffgehalt, im Mittel 50 kg pro Hektar) durchgeführt. Der Abtötungserfolg, mit der Kottafelmethode in den einzelnen Abteilungen jeweils 6 Tage nach der Begiftung unter Fichten kontrolliert, betrug im Mittel für die Vernebelung 92,6% (max. 99,3%, min. 72,1%) und für die Bestäubung 91,9% (max. 97,3%, min. 86,4%)[5]). Damit können aber die beiden Bekämpfungsverfahren in ihrer Abtötungswirkung unbedenklich einander gleichgestellt werden, und es braucht wohl nicht eigens hervorgehoben zu werden, daß man bei den gewaltigen technischen und finanziellen Vorteilen einer „Tifa"-Vernebelung (Thielmann, 1951) dieser immer den Vorzug von einer Motor- oder Flugzeugbestäubung geben wird.

Beide Bekämpfungsaktionen, bei Aschaffenburg sowohl wie bei Weiden (Opf.), richteten sich gegen das als empfindlich bekannte II. Stadium der Nonnenraupen. Es ist aber in praxi durchaus einmal möglich, daß eine Bekämpfung aus irgendwelchen Gründen nicht zu diesem biologisch günstigen Zeitpunkt durchgeführt werden kann. Um daher zu erfahren, wie sich DDT gegen ältere Nonnenraupen bewährt, hatte Prof. Zwölfer bei der Weidener Bekämpfung zwei günstig gelegene Abteilungen aussparen lassen, die dann etwa einen Monat später, am Abend des 19. und Morgen des 20. Juni 1950 mit dem „Tifa"-Gerät in der geschilderten Weise vernebelt wurden. Die Raupen befanden sich zu dieser Zeit etwa zu gleichen Teilen im III., IV. und V. Stadium. Bereits am 25. 6. 50, fünf Tage nach der Begiftung, zeigten die 45 ausgelegten Kottafeln einen Abtötungserfolg von im Mittel 95% an.[6]) Damit war der Beweis erbracht, daß notfalls eine DDT-Vernebelung als Bekämpfungsmaßnahme mit hinreichendem Erfolg auch gegen ältere Nonnenraupen vorgenommen werden kann.

---

5) Anmerkung: Aus Gründen der Raumersparnis wird von der Wiedergabe von Tabellen Abstand genommen. Die Unterlagen für die hier gemachten Angaben können jederzeit im Institut f. angw. Zoologie, München, eingesehen werden.

6) Siehe Anmerkung 5 Seite 367.

Aus finanziellen Gründen mußte die Erfolgskontrolle an diesem Tage abgebrochen werden, wie es auch nicht möglich war, Beobachtungen über einen etwaigen Unterschied in der Nachwirkung des DDT-Staubes bzw. -Nebels auf die Waldbiozönose durchzuführen.

Zusammenfassung

1. Es wird eine Methode geschildert, die die Raupenbelagskontrolle vor einer Nonnenbekämpfung vereinfacht und in forstlicher Hinsicht verbessert.

2. Die Nonnenbekämpfung bei Aschaffenburg 1948 brachte den Nachweis, daß DDT ein praktisch brauchbares Insektizid gegen Nonnenraupen darstellt. Als Stäubemittel mit 5% Wirkstoffgehalt hatte es in einer Dosierung von im Mittel 53 kg pro ha gegen Raupen des II. Stadiums einen mittleren Abtötungserfolg von 98,2%.

3. Die Nonnenbekämpfung bei Aschaffenburg zeigte weiter, daß unter besonders günstigen Voraussetzungen auch HCH einen durchschlagenden Erfolg gegen die Raupen dieses Schädlings haben kann. Für deren praktische Bekämpfung kommt es jedoch nicht in Betracht, da es unter normalen Bedingungen nur einen optimalen Abtötungserfolg von 55% erreicht.

4. Von gewöhnlichen Flugzeugen ausgebracht, hat DDT-Nebel in Kiefern- und Laubwäldern guten Erfolg, während er in Fichtenbeständen keine durchschlagende Abtötungswirkung erzielt.

Für eine vergleichsweise Beurteilung einer von Hubschraubern durchgeführte Vernebelung gegen Nonnenraupen liegen noch keine Beobachtungen vor.

5. Bei Weiden (Opf.) wurde 1950 erstmalig eine Vernebelung von 10%igem DDT-Öl mit einem Bodennebelgerät vom Typ „Tifa" (Hersteller: Lister Todd, London) gegen Nonnenraupen durchgeführt. Als ausreichende Wirkstoffmenge wurde im Versuch für die dortigen Kiefernbestände mit lichtem Fichtenunterwuchs 1 kg Rein-DDT für 100 m Fahrstrecke des Gerätes festgestellt. Der Nebel hatte damit in einer Entfernung von 200 m vom Gerät noch praktisch 100%igen Abtötungserfolg gegen Raupen des II. Stadiums.

6. Die Gesamtbekämpfung hatte bei einem Aufwand von rund 1 kg DDT pro Hektar einen mittleren Abtötungserfolg von 92,6%. Eine parallel geführte Bestäubung mit 5%igem Gesarol, bei der im Mittel 50 kg, also 2,5 kg Rein-DDT, pro Hektar ausgebracht wurden, zeitigte im Mittel 91,9% Abtötungswirkung gegen Nonnenraupen des II. Stadiums.

7. Von einer Nonnenraupenpopulation, die sich zu etwa gleichen Teilen aus Tieren des III., IV. und V. Stadiums zusammensetzte, wurden mit der „Tifa"-Vernebelung im Mittel 95% abgetötet.

8. Bei dieser biologischen Wirkung ist eine Vernebelung von DDT-haltigem Öl mit dem Bodennebelgerät „Tifa" auf Grund der von THIELMANN (1951) geschilderten technischen und finanziellen Vorzüge gegenwärtig das vorteilhafteste Bekämpfungsverfahren gegen Nonnenraupen jeden Alters und in allen Bestandsarten.

Angeführte Literatur

JANISCH, E.: Eine neue Pilzkrankheit bei Nonnenraupen. Arb. phys. angew. Ent., *5*, 1938, 1—20.

THIELMANN, K.: Die Nonnenbekämpfung 1948 im Raum von Aschaffenburg. Allg. Forstztg., *4*, 1949, 21—23.

— — Giftnebel zur Schädlingsbekämpfung. Holzzentralbl. *76*, 1950, 1187—1188.

— — Nonnenbekämpfung 1950 im Forstamt Weiden (Opf.). Allg. Forstztg. *6*, 1951, 49—51.

ULRICH, A.: Giftöl und -nebel gegen die Nonne. Zeitschr. f. Weltforstwirtschaft, *13*, 1949, 20—27.

Die Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch in 5 Bänden

Von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Dr. h. c. K. ESCHERICH

Band III:

Die Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte", die „Köcherfliegen"

Schmetterlinge I: Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen.

1931. 835 S. m. 605 Textabb. und 14 Farbtafeln, Halbl. geb. 51,30 DM
Die Bände I, II und V sind vergriffen, Bd. IV ist noch nicht erschienen.

Escherichs Forstinsektenkunde ist das grundlegende deutsche wissenschaftliche Werk über die forstliche Entomologie von zugleich internationaler Bedeutung, das systematisch die einzelnen Forstschädlinge und die Entstehung und Bekämpfung der Forstschäden behandelt.

Vor über 25 Jahren von Karl Escherich begründet

ANZEIGER FÜR SCHÄDLINGSKUNDE

Die Fachzeitschrift für die praktische Schädlingsbekämpfung

Zugleich Nachrichtenblatt
der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e.V."

Herausgeber Dr. H. W. FRICKHINGER

Monatlich erscheint ein Heft · Bezugspreis ab 1.1.52 vierteljährlich 7,50 DM

Durch Veröffentlichungen hervorragender Wissenschaftler und Fachkenner unterrichtet die Zeitschrift laufend in Originalaufsätzen und Berichten über das Auftreten von Schädlingen in aller Welt, die Entwicklung der Mittel und Methoden der Schädlingsbekämpfung im In- uud Ausland sowie über die praktische Anwendung neuer Mittel zur Bekämpfung tierischer Schädlinge. Das Wirken der Zeitschrift im Dienste der angewandt-entomologischen Wissenschaft und deren Anwendung in der Praxis hat mit dazu beigetragen, daß die Erkenntnis für die Notwendigkeit durchgreifender Schädlingsbekämpfung und wirksamen Pflanzenschutzes heute Allgemeingut weitester Kreise geworden ist.

VERLAG PAUL PAREY

Soeben erschien:

Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e. V.

auf der elften Mitgliederversammlung zu München vom 2. bis 4. Oktober 1949

Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von

Dr. H. W. FRICKHINGER
Schriftführer der Gesellschaft

192 Seiten mit 22 Abb., brosch. 16,— DM

INHALT

BLUNCK, Thrips tabaci als Tabakschädling in der Türkei — KEMPER, Nachkriegsprobleme der hygienischen Zoologie — BECKER, Über einige Ergebnisse und Probleme der angewandten Entomologie auf dem Holzschutzgebiet — TITSCHACK, Die Bettwanze und die Taubenwanze — THIEM, Über Erfahrungen bei der Aufzucht von Engerlingen — DOSSE, Starkes Schadauftreten von Ceuthorrhynchus picitarsis Gyll. an Raps und Rübsen in Württemberg — NEUGEBAUER, Das Problem der Indifferenz von Forstinsekten, unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie des Kieferntriebwicklers — ZWÖLFER, Forstentomologische Nachkriegsprobleme in Süddeutschland — GROSCHKE, Boarmia bistortata Goeze, der Heidelbeerspanner, ein neuer Großschädling — RAUSCHER, Durchgasung von Kleinmühlen — WIESMANN, Der Wirkungsmechanismus des Dichlordiphenyltrichloräthans bei den Insekten — ROEGNER-AUST, Über die Wirkung der neuen Kontaktinsektizide auf Fische — KRAUSS, Bienenzucht und Schädlingsbekämpfung — KAESER, Bienenschädigungen durch Pflanzenschutzmittel — FRANCKE-GROSMANN, Über Kopulation, Eiablage und Gelbkörnerbildung beim Riesenbastkäfer Dendroctonus micans Kug. — WOLFRAM, Die Mehlmotte als Versuchstier in der Vererbungsforschung — KRUEL, Das Schadauftreten der Nonne im ostdeutschen Kieferngebiete 1947/50 — KRAEMER, Die Definierung der Brutbaumdisposition bei Schädlingsbefall — FRANZ, Farbaufnahmen von Insekten als Lehr- und Forschungsmittel — ANDERSEN, Der Zünsler Pyrausta nubilalis Hübn. als Hopfenschädling — EICHLER, Freilandmittelprüfungen in der Zwiebelfliegenbekämpfung — NOLTE, Beobachtungen über Ölfruchtschädlinge — ZACHER, Hochfrequenzwärme als Mittel zur Bekämpfung von Vorratsschädlingen.

Die im Jahre 1913 von Geheimrat Escherich gegründete Gesellschaft, dient dem Zusammenschluß der angewandten Entomologen. In den vorliegenden Verhandlungsberichten referieren die Vortragenden über die neuesten Ergebnisse ihrer Forschungen.

VERLAG PAUL PAREY

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Lindenstraße 44-47 (West-Berlin). Herausgeber: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Karl Escherich, München 19, Prinzenstraße 26. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstraße 183 (West-Berlin). Erscheinungsweise: Jährlich 1 Band (4 Hefte)